



Heft 94, 2020

WSL Berichte

ISSN 2296-3448



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

Valentin Queloz, Carolina Cornejo, Vivanne Dubach, Simone Prospero, Doris Hölling, Ludwig Beenken, Beat Ruffner, Daniel Rigling



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

Heft 94, 2020

WSL Berichte

ISSN 2296-3448

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

Valentin Queloz, Carolina Cornejo, Vivanne Dubach, Simone Prospero, Doris Hölling, Ludwig Beenken, Beat Ruffner, Daniel Rigling

Verantwortlich für die Herausgabe der Schriftenreihe
Prof. Dr. Konrad Steffen, Direktor WSL

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

Schriftleitung: Sandra Gurzeler, Teamleiterin Publikationen, WSL

Autor/Autorin:
Valentin Queloz, Carolina Cornejo, Vivianne Dubach, Simone Prospero, Doris Hölling, Ludwig Beenken, Beat Ruffner, Daniel Rigling
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: Doris Hölling

Begleitung: Aline Knoblauch, Joana Meyer, Ernst Fürst

Übersetzung: Valentin Queloz, Simone Prospero

Layout: Jacqueline Annen, WSL

Zitiervorschlag:
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.

ISSN 2296-3448 (Print)
ISSN 2296-3456 (Online)

Fotos Umschlag von oben nach unten:
Doris Hölling, Hélène Blauenstein, Daniel Rigling, Reinhard Lässig.

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, 2020

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Zusammenfassung	6
Introduction	7
Résumé	8
Introduzione	9
Sintesi	10
A – Quarantäneorganismen	11
1 Asiatischer Laubholzbockkäfer (<i>Anoplophora glabripennis</i>/ALB) und weitere Quarantäneschädlinge in Verpackungsholz – Situation 2019	11
1.1 Anfragen an Waldschutz Schweiz zu Quarantäneschädlingen	11
1.2 ALB-Freilandbefall	12
1.3 Verpackungsholzkontrollen/ISPM15	13
1.4 Ausblick	13
2 Plötzliches Eichensterben (<i>Phytophthora ramorum</i>)	15
2.1 Erhebungen im Jahr 2019	15
2.2 Untersuchungen von privaten und öffentlichen Grünflächen	16
2.3 Erhebungen im Wald	16
2.4 Ein positiver Fall 2019 in einem Jungpflanzenbetrieb	19
2.5 Befallssituation in der Schweiz seit 2003	19
2.6 Weitere Aktivitäten	21
2.7 Schlussfolgerung	22
2.8 Ausblick	22
3 Kiefernholz nematode (<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>)	23
3.1 Standorte und Probenumfang	23
3.2 Holzproben aus dem Waldmonitoring	25
3.3 Fallen für <i>Monochamus</i> -Arten	25
3.4 Holzproben aus ISPM15 Kontrollen	26
3.5 Entwicklung 2010–2019	26
3.6 Ausblick	27
4 Pechkrebs der Föhre (<i>Fusarium circinatum</i>)	29
4.1 Hintergrund	29
4.2 Saatgut-Diagnostik	29
4.3 Monitoring von Föhrenbeständen und Beratungsfälle	30
4.4 Die Entwicklung von 2012 bis 2019	30
4.5 Öffentlichkeitsarbeit	31
4.6 Ringtest	31
4.7 Ausblick	32
5 Kastanierrindenkrebs (<i>Cryphonectria parasitica</i>)	33
5.1 Proben und Resultate	33
5.2 Entwicklung 2012–2019	34
5.3 Ausblick	35
5.4 Andere Aktivitäten	35
6 Braunfleckenkrankheit (<i>Lecanosticta acicola</i>) und Rotbandkrankheit (<i>Dothistroma</i> spp.) an Föhren in der Schweiz	37
6.1 Braunfleckenkrankheit (<i>Lecanosticta acicola</i>)	37
6.2 Rotbandkrankheit (<i>Dothistroma</i> spp.)	39
6.3 Fokusmonitoring 2019: <i>Dothistroma pini</i>	41
6.4 Andere Probleme an Föhrennadeln	42
6.5 Ausblick	43

7	Andere Quarantänekrankheiten	45
7.1	Platanenkrebs (<i>Ceratocystis platani</i>)	45
7.2	Pappelblattrost (<i>Melampsora medusae</i>)	45
7.3	Ausblick	46
8	Früherkennung von potenziellen Schadorganismen	47
8.1	Potentielle Schadorganismen, die noch nicht in der Schweiz sind	47
8.2	Pathogene Pilze, die vor kurzem in der Schweiz aufgetaucht sind	48
8.3	Ausblick	50
9	Literatur	51
B – Molekulare Diagnostik		53
1	Routinediagnostik	53
2	Optimierung von Methoden	55
3	Teilnahme an internationalen Ringtests	55
4	Publikationen	55
5	Ausblick	56
5.1	Nachweis von Insekten	56
5.2	Herkunftsbestimmung von <i>Phytophthora ramorum</i> -Proben	57
6	Literatur	58
C – Weitere Aktivitäten		59
1	Wissenschaftliche Publikationen, Reviews	59
2	Umsetzungspublikationen	60
	Dank	61

Einleitung

Gebietsfremde Pflanzenschädlinge (Pilze, Bakterien, Viren, Nematoden, Insekten) werden weltweit durch den internationalen Warenhandel verschleppt und bedrohen nicht nur landwirtschaftliche Produktionssysteme, sondern auch natürliche oder naturnah bewirtschaftete Ökosysteme wie den Wald. Der Klimawandel sowie die häufigeren Extremereignisse und der dadurch ausgelöste Stress auf die Pflanzen ermöglichen eine rasche Ansiedlung neuer Pflanzenschädlinge. Auf internationaler Ebene wurden zahlreiche Massnahmen ergriffen, um die Verschleppung von Pflanzenschädlingen zu verhindern. Die Schweiz beteiligt sich an diesen internationalen Pflanzenschutzmassnahmen im Rahmen der IPPC (International Plant Protection Convention), der bilateralen Verträge mit der EU und der EPPO (European Plant Protection Organisation).

In der Schweiz ist seit 1. Januar 2020 die neue Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV) in Kraft, welche den Umgang mit Quarantäneorganismen und anderen besonders gefährlichen Schadorganismen regelt. Darin werden Vorsorge- und Bekämpfungsmassnahmen festgelegt, welche die Einschleppung und Verbreitung derartiger Schadorganismen verhindern soll. Der Eidgenössische Pflanzenschutzdienst (EPSD) ist für die Umsetzung dieser Verordnungen zuständig, wobei das Bundesamt für Umwelt (BAFU) für die walddrelevanten Schadorganismen verantwortlich ist.

Die WSL führt mit der Unterstützung des BAFU jährliche Erhebungen zum Auftreten von walddrelevanten Quarantäneorganismen in der Schweiz durch. Da solche Schadorganismen häufig zuerst ausserhalb des Waldes auftreten, untersucht die WSL auch Verdachtsfälle von Quarantäneorganismen auf öffentlichen und privaten Grünflächen und berät die Grüne Branche zu diesem Thema. Neben den Erhebungen unterstützt die WSL den EPSD bei seinen Kontrollaufgaben in Jungpflanzenbetrieben (Pflanzenpasskontrollen) und bei Warenimporten mit Verpackungsholz (ISPM15-Kontrollen). Im Pflanzenschutzlabor der WSL diagnostizieren Expertinnen und Experten die verschiedenen Schadorganismen und verwenden dabei klassische sowie molekulargenetische Analysemethoden. Die WSL unterstützt zudem Bund und Kantone bei Bekämpfungs- und Überwachungsmassnahmen, wirkt mit bei der Aus- und Weiterbildung von involvierten Fachleuten und informiert Öffentlichkeit und Praxis zu walddrelevanten Schadorganismen.

Im vorliegenden Bericht sind die Arbeiten der WSL im Bereich walddrelevanter Quarantäneorganismen für das Jahr 2019 zusammengestellt. Über weitere aktuelle Schadorganismen wird im jährlichen Waldschutzüberblick informiert.

Zusammenfassung

Die jährlichen Erhebungen zum Vorkommen von waldrelevanten Quarantäneschädlingen in der Schweiz wurden in Jungpflanzenbetrieben, in privaten und öffentlichen Grünflächen und im Wald durchgeführt. Zusätzlich wurden Warenimporte mit Verpackungsholz kontrolliert.

Nicht gefunden wurden der Zitrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*/CLB), der Pechkrebs der Föhre (*Fusarium circinatum*), der Kiefernholznematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) und der gefährliche Pappelblattrost (*Melampsora medusae*). Die Schweiz gilt damit weiterhin als frei von diesen Schadorganismen.

Auch bezüglich des Asiatischen Laubholzbockkäfers (*Anoplophora glabripennis*/ALB) gab es 2019 keine neuen Befallsmeldungen. Der letzte bekannte Freilandbefall in der Schweiz konnte 2019 in der Minimalzeit von vier Jahren ebenfalls getilgt werden. Die Schweiz gilt somit wieder als befallsfrei. Die Untersuchungen der Verpackungsholzkontrollproben 2019 ergaben keinen positiven ALB-Befund, es wurden aber andere gebietsfremde Käfer- und Insektenarten gefunden.

Bei den jährlichen Pflanzenpasskontrollen wurde *Phytophthora ramorum* in einem Jungpflanzenbetrieb an Schneeball-Pflanzen (*Viburnum x bodnantense*) festgestellt. Im betroffenen Betrieb wurden die entsprechenden Tilgungsmassnahmen eingeleitet. Bei Verdachtsproben und Erhebungen ausserhalb von Jungpflanzenbetrieben wurde *P. ramorum* nicht festgestellt, auch nicht an Japanlärchen (*Larix kaempferi*), die speziell kontrolliert wurden.

Der Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*) ist in den bekannten Befallsgebieten der Schweiz weit verbreitet. Im Jahr 2019 gab es auf der Alpennordseite mehrere neue Krankheitsfälle in privaten oder öffentlichen Grünflächen. Bei den jährlichen Pflanzenpasskontrollen in den Jungpflanzenbetrieben wurden keine befallenen Pflanzen festgestellt.

Die Braunfleckenkrankheit ist nach wie vor selten im Wald anzutreffen. Es wurden sechs neue Krankheitsherde entdeckt, alle ausserhalb des Waldes. Ihre Ausbreitung konzentriert sich nach wie vor im Eindämmungsgebiet im Grossraum Zürich und dessen Nachbarkantonen. Die Rotbandkrankheit ist im urbanen Bereich in der ganzen Nordschweiz punktuell zu finden. In diesem Jahr wurden insgesamt 16 neue Befallsherde der Rotbandkrankheit entdeckt. Ein spezielles Monitoring mit Fokus auf *Dothistroma pini* erlaubte, neue Herde dieser bisher seltenen Art zu entdecken.

Die Nord- und Westschweiz sind weiterhin frei vom Platanenkrebs (*Ceratocystis platanii*). Im Tessin wurden 11 neue Krankheitsherde entdeckt (insgesamt 23 Bäume). Die Tilgung erfolgt im Winter 2019/2020.

In der Molekularen Diagnostik wurden 1105 biologische Proben von Pilzen, Oomyzeten, Bakterien, Nematoden und Insekten analysiert. Dabei wurden verschiedene molekulargenetische Methoden eingesetzt, die es erlauben, spezifische Quarantäneorganismen nachzuweisen oder unbekannte Schadorganismen zu identifizieren.

Verschiedene Fachartikel zu waldrelevanten Schadorganismen wurden in Zeitschriften für die Forstpraxis (Wald und Holz, La Forêt, Revue forestière française, Forestaviva, Bündner Wald, Anblick) publiziert. Zudem wurden für die Forst- und Gartenbranche und die breite Öffentlichkeit zahlreiche Vorträge, Führungen und Kurse zum Thema Waldschutz angeboten. WSL Mitarbeitende verfassten auch mehrere internationale Publikationen zu waldrelevanten Schadorganismen.

Introduction

Les organismes nuisibles non indigènes (champignons, bactéries, virus, nématodes, insectes) sont propagés dans le monde entier par le biais du commerce international des marchandises et menacent non seulement les systèmes de production agricole, mais aussi les écosystèmes naturels ou semi-naturels tels que les forêts. Les changements climatiques, les événements extrêmes plus fréquents et le stress qui en résulte pour les plantes permettent aux nouveaux ravageurs des plantes de s'installer rapidement. Au niveau international, de nombreuses mesures ont été prises pour prévenir la propagation des pathogènes et ravageurs des végétaux.

La Suisse participe à ces mesures phytosanitaires internationales de protection des végétaux dans le cadre de la Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV), des accords bilatéraux avec l'UE et de l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes (EPPO). La nouvelle ordonnance sur la protection des végétaux (OSaVé), qui régit la manipulation des organismes de quarantaine et d'autres organismes nuisibles particulièrement dangereux, est en vigueur en Suisse depuis le 1er janvier 2020. Elle définit des mesures de prévention et de contrôle pour prévenir l'introduction et la propagation des organismes nuisibles. Le Service phytosanitaire fédéral (SPF) est chargé de l'application de ces ordonnances, tandis que l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) est responsable des organismes nuisibles liés aux forêts.

Avec le soutien de l'OFEV, le WSL réalise chaque année des enquêtes sur la présence d'organismes de quarantaine importants pour la forêt en Suisse. Comme ces organismes nuisibles apparaissent souvent pour la première fois en dehors de la forêt, le WSL enquête également sur les cas suspects d'organismes de quarantaine dans les espaces verts publics et privés et conseille le secteur vert à ce sujet. Outre les suivis, le WSL soutient l'EPSD dans le cadre de ses tâches de contrôle des pépinières (contrôle des passeports phytosanitaires) et de l'importation de marchandises en bois d'emballage (contrôle NIMP15). Dans le laboratoire de protection des plantes du WSL, des experts diagnostiquent les différents organismes nuisibles à l'aide de méthodes d'analyse classiques et moléculaires. Le WSL soutient également les autorités fédérales et cantonales dans les mesures de contrôle et de surveillance, participe à la formation et au perfectionnement des experts concernés et informe le public et les praticiens sur les organismes nuisibles liés aux forêts.

Ce rapport compile les travaux du WSL dans le domaine des organismes de quarantaine liés aux forêts pour l'année 2019. Des informations sur d'autres organismes nuisibles actuels sont fournies dans la Vue d'ensemble annuelle sur la protection des forêts.

Résumé

Les suivis annuels sur la présence d'organismes de quarantaine importants pour la forêt en Suisse ont été réalisés dans des pépinières, dans des espaces verts privés et publics et dans la forêt. En outre, les importations de marchandises contenant du bois d'emballage ont été contrôlées.

Le capricorne asiatique des agrumes (*Anoplophora chinensis*/CAA), le chancre suintant du pin (*Gibberella circinata*), le nématode du pin (*Bursaphelenchus xylophilus*) et la dangereuse rouille foliaire du peuplier (*Melampsora medusae*) n'ont pas été détectés. La Suisse est donc toujours considérée comme exempte de ces organismes nuisibles.

Aucun nouveau cas d'infestation par le capricorne asiatique (*Anoplophora glabripennis*/ALB) n'a été signalé en 2019. Le dernier foyer connu en Suisse a également été éradiqué en 2019 dans un délai minimum de quatre ans. La Suisse est donc à nouveau considérée comme exempte d'infestation par le capricorne asiatique. Les examens des échantillons de contrôle du bois d'emballage en 2019 n'ont pas abouti à un résultat positif pour l'ALB, mais d'autres espèces de coléoptères et d'insectes exotiques ont été détectées.

Dans le cadre des contrôles annuels des passeports phytosanitaires, *Phytophthora ramorum* a été détecté dans une exploitation sur des virones (*Viburnum x bodnantense*). Les mesures d'éradication prescrites ont été prises dans l'exploitation concernée. Aucun *P. ramorum* n'a été détecté dans les échantillons suspects et les suivis en dehors des pépinières, pas même sur le mélèze du Japon (*Larix kaempferi*), qui a été spécialement contrôlé.

Le chancre du châtaignier (*Cryphonectria parasitica*) est très répandu dans les zones infestées connues en Suisse. En 2019, plusieurs nouveaux cas de la maladie ont été enregistrés dans des espaces verts privés ou publics au nord des Alpes. Lors des contrôles annuels des passeports phytosanitaires en pépinière, aucune plante infestée n'a été détectée.

La maladie des taches brunes est encore rarement présente en forêt. Six nouveaux foyers de la maladie ont été découverts, tous en dehors de la forêt. Sa répartition géographique est encore concentrée sur l'agglomération zurichoise et dans les cantons voisins. La maladie des bandes rouges est présente dans les zones urbaines au nord de la Suisse. Cette année, 16 nouveaux foyers de la maladie des bandes rouges ont été détectés au total. Une surveillance spéciale axée sur *Dothistroma pini* a permis de détecter de nouveaux foyers de cette espèce rarement détectée jusqu'ici.

Le nord et l'ouest de la Suisse sont encore exempts du Chancre du platane (*Ceratocystis platani*). Au Tessin, 11 nouveaux foyers de la maladie ont été découverts (23 arbres au total). L'éradication aura lieu durant l'hiver 2019/2020.

Dans le cadre du diagnostic moléculaire, 1105 échantillons biologiques de champignons, d'oomycètes, de bactéries, de nématodes et d'insectes ont été analysés. Diverses méthodes de génétique moléculaire ont été utilisées pour détecter des organismes de quarantaine spécifiques ou pour identifier des organismes nuisibles inconnus.

Divers articles sur les organismes nuisibles aux forêts ont été publiés dans des revues de pratique forestière (Wald und Holz, La Forêt, Revue forestière française, Foresta viva, Bündner Wald, Anblick). En outre, de nombreuses conférences, visites guidées et cours sur la protection des forêts ont été proposés à la pratique forestière, au secteur vert ainsi qu'au grand public. Les employés du WSL ont également rédigé plusieurs publications internationales sur les organismes nuisibles liés aux forêts.

Introduzione

Favoriti dal commercio globale, organismi nocivi alloctoni (funghi, batteri, virus, nematodi, insetti) vengono diffusi in tutto il mondo in misura sempre maggiore, minacciando non solo i sistemi di produzione agricola, ma anche gli ecosistemi naturali o gestiti in armonia con la natura come il bosco. I cambiamenti climatici, gli eventi climatici estremi sempre più frequenti e lo stress che ne risulta per le piante permettono a questi organismi nocivi di installarsi rapidamente. A livello internazionale sono stati adottati numerosi provvedimenti per impedire la diffusione di organismi nocivi.

La Svizzera partecipa a queste misure fitosanitarie internazionali nel quadro della Convenzione internazionale per la protezione dei vegetali (CIPV), degli accordi bilaterali con l'UE e dell'EPPO (European Plant Protection Organisation). La nuova ordinanza sulla salute dei vegetali (OSaIV) la quale regola la gestione degli organismi da quarantena e di altri organismi nocivi particolarmente pericolosi, è in vigore in Svizzera dal 1° gennaio 2020. Essa stabilisce le misure di prevenzione e di lotta per evitare l'introduzione e la diffusione di organismi nocivi. Il Servizio fitosanitario federale (SFF) è responsabile dell'implementazione di questa ordinanza, mentre l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) è responsabile per gli organismi nocivi di interesse forestale.

Con il sostegno dell'UFAM, il WSL esegue annualmente accertamenti sulla presenza di organismi da quarantena di interesse forestale in Svizzera. Siccome gli organismi nocivi di interesse forestale fanno spesso la loro prima apparizione su alberi e arbusti al di fuori del bosco, il WSL monitora pure le superfici verdi pubbliche e private, fornendo altresì a tutto il «settore verde» consulenze in merito. Accanto alle attività di monitoraggio, il WSL supporta il SFF nei suoi compiti di controllo presso vivai (controlli del passaporto fitosanitario), nonché in caso di importazione di merci con imballaggio in legno (controlli ISPM15). Gli esperti attivi presso il laboratorio di difesa fitosanitaria del WSL a Birmensdorf diagnosticano i diversi organismi nocivi utilizzando sia metodi classici che metodi basati sulla genetica molecolare. Il WSL supporta inoltre Confederazione e Cantoni nell'attuazione di misure di lotta e monitoraggio, contribuisce alla formazione e al perfezionamento dei professionisti del settore e informa l'opinione pubblica e gli addetti ai lavori sugli organismi nocivi di interesse forestale.

Il presente rapporto riassume i lavori svolti nel 2019 dal WSL relativamente agli organismi da quarantena di interesse forestale. Informazioni su altri organismi nocivi di interesse forestale vengono fornite dall'annuale Situazione fitosanitaria dei boschi.

Sintesi

I rilievi annuali sulla presenza in Svizzera di organismi da quarantena di interesse forestale sono stati svolti presso vivai, superfici verdi pubbliche e private così come nel bosco. Sono state inoltre controllate le importazioni di merci con imballaggio in legno.

Il tarlo asiatico (*Anoplophora chinensis*/CLB), il cancro resinoso del pino (*Gibberella circinata*), il nematode del legno di pino (*Bursaphelenchus xylophilus*) e la ruggine del pioppo (*Melampsora medusae*) non sono stati individuati. La Svizzera può pertanto essere ancora considerata libera da questi organismi nocivi.

Nel 2019 nessun nuovo focolaio del tarlo asiatico del fusto (*Anoplophora glabripennis*/ALB) è stato segnalato. L'ultimo focolaio conosciuto in Svizzera è stato eradicato nel 2019 entro un periodo minimo di quattro anni. La Svizzera può pertanto essere di nuovo considerata libera da questo particolare organismo nocivo. Le verifiche del legno da imballaggio svolte nel 2019 non hanno rilevato alcuna presenza di ALB bensì di altri insetti alloctoni.

Nel quadro dei controlli annuali dei passaporti fitosanitari *Phytophthora ramorum* è stata diagnosticata in un vivaio su viburno (*Viburnum x bodnantense*). Le corrispondenti misure fitosanitarie sono state applicate. Nessun altro caso di *P. ramorum* è stato osservato all'infuori di questo vivaio, neanche su larici giapponesi (*Larix kaempferi*) che sono stati sottoposti a controlli speciali.

Il cancro corticale del castagno (*Cryphonectria parasitica*) è molto diffuso nelle zone d'infestazione conosciute in Svizzera. Nel 2019 diversi nuovi casi sono stati registrati a nord delle Alpi in aree verdi pubbliche e private. Durante i controlli annuali del passaporto fitosanitario presso i vivai non sono invece state individuate piante colpite.

L'imbrunimento degli aghi di pino (*Lecanosticta acicola*) è ancora raro in bosco. Sei nuovi focolai di questa malattia sono stati scoperti nel 2019, tutti al di fuori del bosco. Il baricentro geografico della malattia è tuttora situato nell'agglomerazione di Zurigo e nei cantoni vicini. La malattia denominata «bande rosse» è presente puntualmente nelle zone urbane su tutto il territorio svizzero a nord delle Alpi. Nel 2019 sono stati scoperti 16 nuovi focolai. Grazie a un monitoraggio speciale focalizzato su *Dothistroma pini* sono stati scoperti nuovi focolai di questa specie finora raramente identificata.

La Svizzera settentrionale e quella occidentale sono tuttora esenti dal cancro colorato del platano (*Ceratocystis fimbriata*). In Ticino sono invece stati scoperti 11 nuovi focolai della malattia (in totale 23 alberi). La loro eliminazione è prevista nel corso dell'inverno 2019–2020.

Nel 2019 un totale di 1105 campioni biologici di funghi, oomiceti, batteri, nematodi e insetti sono stati analizzati nel laboratorio di diagnostica. A questo scopo sono stati utilizzati diversi metodi di genetica molecolare che permettono di identificare sia organismi da quarantena specifici che organismi nocivi non ancora conosciuti.

Diversi articoli dedicati agli organismi nocivi di interesse forestale sono stati pubblicati su riviste di pratica forestale (Wald und Holz, La Forêt, Revue Forestière Française, Forestaviva, Bündner Wald, Anblick). Inoltre sono state offerte numerose conferenze, visite guidate e corsi sulla protezione delle foreste al settore forestale e del giardinaggio e al grande pubblico. I collaboratori e le collaboratrici del WSL hanno inoltre redatto diverse pubblicazioni internazionali su organismi nocivi di interesse forestale.

A – Quarantäneorganismen

1 Asiatischer Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*/ALB) und weitere Quarantäneschädlinge in Verpackungsholz – Situation 2019

Doris Hölling

Zusammenfassung

Im Jahr 2019 fand in der letzten noch verbliebenen ALB-Freilandbefallsfläche der Schweiz wiederum das jährliche Monitoring mit Baumpflegerinnen und Spürhundeteams statt. Es wurden dabei keine neuen ALB-Symptome gefunden. Der Befall in Berikon gilt so ab Ende 2019 als getilgt. Die Schweiz ist somit wieder befallsfrei.

Die Untersuchungen der Verpackungsholzkontrollproben 2019 ergaben keine positiven ALB-Befunde, es handelte sich jeweils um andere gebietsfremde Käfer- oder andere Insektenarten.

2019 gab es keine Verdachtsmeldungen zum Zitrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*/CLB). Der Befall im Thurgau konnte abgeschlossen werden.

1.1 Anfragen an Waldschutz Schweiz zu Quarantäneschädlingen

Im Jahr 2019 gingen bei Waldschutz Schweiz insgesamt 319 Anfragen zu Schädlingen ein, davon bezogen sich 35 Meldungen auf den Asiatischen Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*/ALB), keine auf den Zitrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*/CLB) (Abb. 1). Alle Meldungen waren nach der Überprüfung negativ. Zudem gab es drei Meldungen von invasiven Arten. Es handelte sich dabei um *Pachnoda sinuata*, *Ips duplicatus* und *Reticulitermes grassei*.

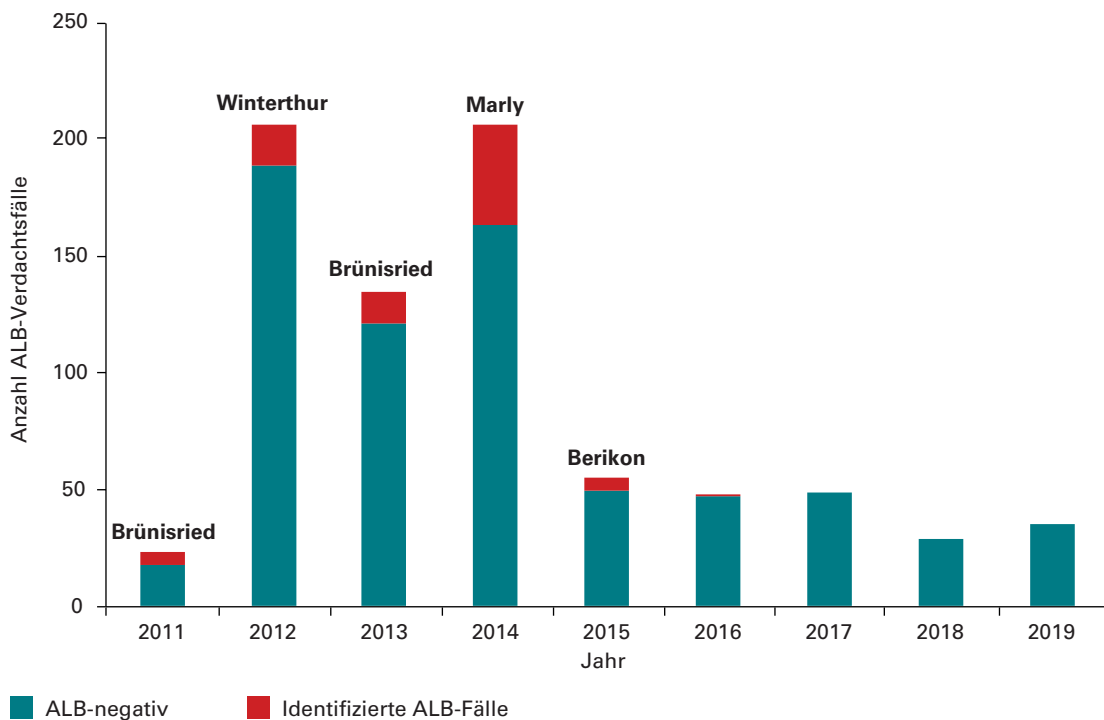


Abb. 1. Entwicklung des Anfrageaufkommens bezüglich ALB und die tatsächlich positiven Befunde von 2011 bis 2019.

In Verpackungsholz wurde 2019 kein ALB nachgewiesen. Meldungen mit CLB-Verdacht gab es 2019 keine.

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Anzahl Anfragen bei Waldschutz Schweiz bezüglich ALB-Verdacht (blau) und die tatsächlich gefundenen ALB (rot), aufgeschlüsselt nach Jahr seit dem Erstfund für die Schweiz 2011. In den Jahren 2015 bis 2017 war die Anzahl der Anfragen deutlich rückläufig und ist 2018 und 2019 nochmals um fast die Hälfte zurückgegangen. Dies beruht – neben den Monitoringenerfolgen und der abnehmenden Medienaufmerksamkeit – sicherlich auch auf den Zollkontrollen, den zahlreich durchgeführten Schulungen und der guten Öffentlichkeitsarbeit.

2019 sind bei Waldschutz Schweiz etwa so viele Anfragen zum ALB eingegangen wie im Vorjahr. Dabei ist die Anzahl der Diagnosen von *Monochamus*-Arten minim angestiegen. Anfragen mit dem Resultat andere Bockkäferarten haben wieder zugenommen. Bei ALB-Anfragen mit Verwechslungen mit Schmetterlingsarten nahmen diejenigen beim Blausieb ab, beim Weidenbohrer dagegen zu (Abb. 2).

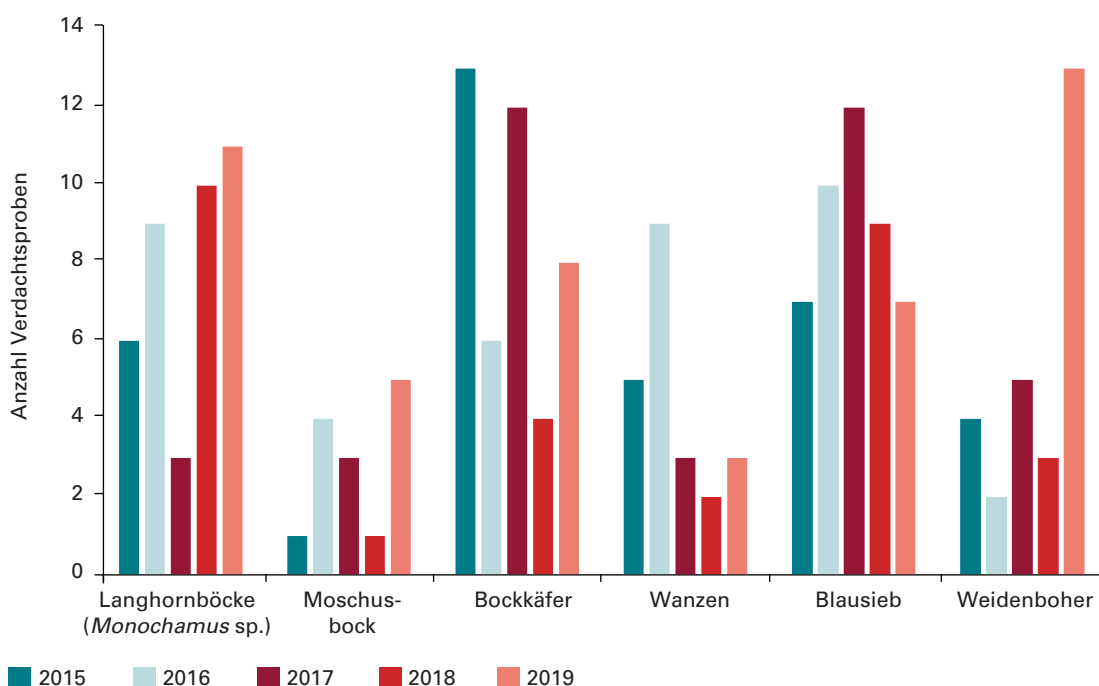


Abb. 2. Entwicklung der Anzahl Verdachtsproben mit Verwechslungen zum ALB von 2015 bis 2019.

1.2 ALB-Freilandbefall

Seit 2011 gab es vier ALB-Freilandbefallsherde in der Schweiz. Da in Berikon 2019 beim Monitoring mit ausgebildeten Baumpflegerinnen und mit ALB-Spürhundeteams keine Symptome des ALB mehr gefunden wurden, gilt dieser Freilandbefall seit Ende 2019 nun ebenfalls als getilgt. Somit gibt es in der Schweiz derzeit keinen ALB-Freilandbefall mehr. Bei den Schweizer ALB-Freilandbefallsgebieten (Abb. 3) Marly, Winterthur und Berikon gelang es noch im Entdeckungsjahr, in Brünisried 2013, die Aussengrenzen des Befalls zu markieren. Bei diesen Befallsherden erfolgte die Tilgung unter Anwendung derselben Methoden dann jeweils in der Minimalzeit von vier Jahren.

Die beiden Befallsorte Weil am Rhein und Grenzach in Deutschland, wo jeweils auf Schweizer Seite ebenfalls ein Monitoring durchgeführt worden war, gelten seit Anfang 2019 als getilgt, ebenso der Befallsort Strassbourg in Frankreich.

In Divonne les Bains (Frankreich) wurden 2019 noch ALB-Spuren (u. a. Larven, Eier, Ausfluglöcher) entdeckt. In diesem Befallsherd, der an die Schweiz angrenzt, findet auf Schweizer Seite ebenfalls ein entsprechendes Monitoring in den Kantonen Genf und Waadt statt – bis Ende 2019 ohne Befund.

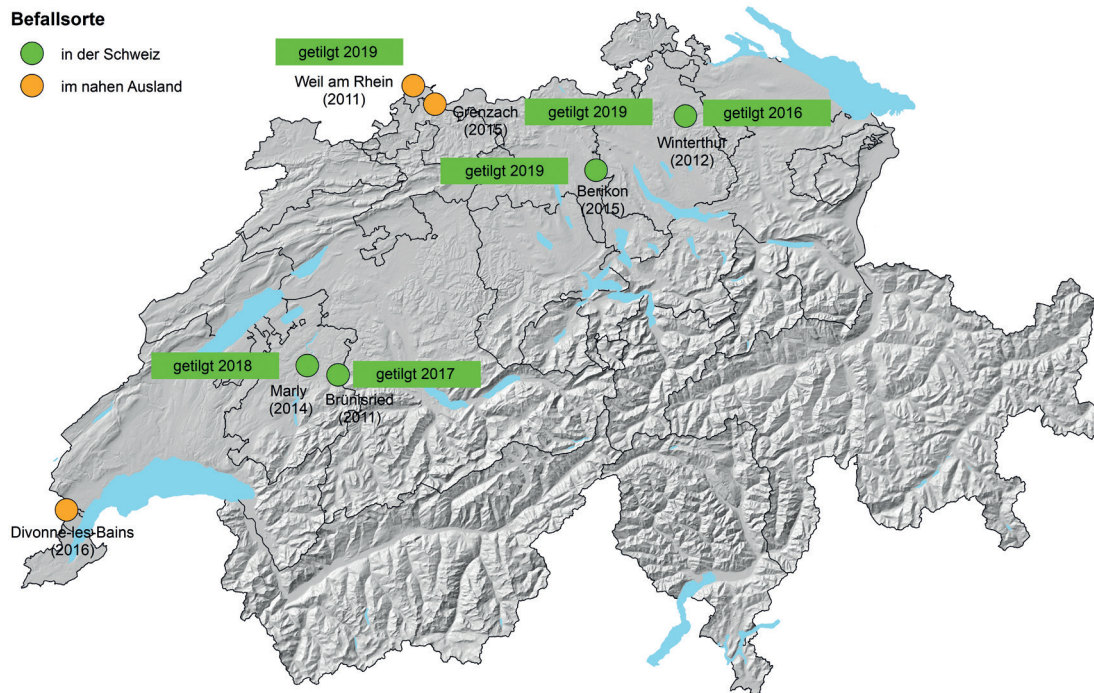
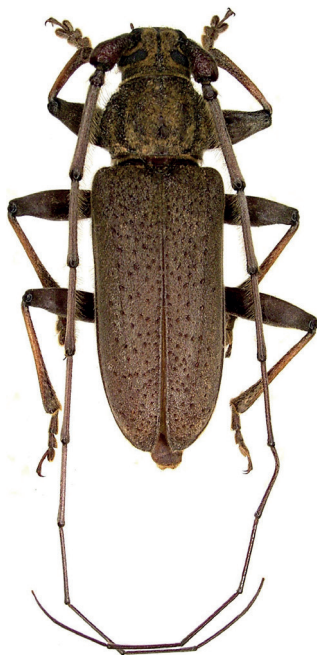


Abb. 3. ALB-Befallskarte 2019 für die Schweiz und das angrenzende Ausland mit Monitoring auch in der Schweiz.

1.3 Verpackungsholzkontrollen/ISPM15



Im Jahr 2019 gelangten insgesamt 10 Verdachtsproben aus Verpackungsholzkontrollen an die WSL, davon keine mit ALB-Verdacht. Bei diesen Proben mit Insektenbefall handelte es sich um neun asiatische Käferarten (v. a. Bostrichidae und Lyctidae). Der Bockkäfer *Stromatium longicorne* (Cerambycidae; Abb. 4; Orientel Region) wurde zum ersten Mal in der Schweiz bei Importkontrollen festgestellt. Weitere Einschleppungen in Europa sind aus Grossbritannien, Frankreich und Belgien bekannt.

Zwei lebende Laufkäfer der Art *Mochtherus tetraspilotus* konnten ebenfalls bei einer Container-Kontrolle sicher gestellt werden. Diese Käferart kommt ursprünglich in Asien vor und konnte sich bereits erfolgreich in Florida ansiedeln.

Abb. 4. Bockkäfer aus Asien *Stromatium longicorne*. Eine Larve dieser Art wurde bei einer Importkontrolle im Juni 2019 in Verpackungsholz gefunden (Foto: Udo Schmidt; Wikimedia).

1.4 Ausblick

Wir empfehlen den Status und die Massnahmen, die mit ALB und CLB verbunden sind, beizubehalten. Dies sind u. a. die Importkontrollen von Verpackungsmaterial sowie Baumschulkontrollen, die Sensibilisierung der Öffentlichkeit und die Monitoringweiterführungen in den Kantonen Genf und Waadt im Zuge der Überwachung des Befallsgebietes Divonne les Bains (F) sowie jährliche Meldungen seitens der Kantone.

Im Befallsfall hat sich der sofortige Einsatz von geschulten Baumpflegerinnen in Kombination mit gut ausgebildeten, einsatzerprobten ALB/CLB-Spürhundeteams bestens bewährt. Zudem ist eine schnelle, offene Kommunikation auf allen Ebenen einschliesslich der Bevölkerung von grosser Bedeutung für den raschen Tilgungserfolg.

Diese Massnahmen waren zielführend und haben erlaubt, Befallsherde in Minimalzeit zu tilgen.

Aktuelle Massnahmen und die zusätzliche Gebietsüberwachung ab 2020 sollten ermöglichen, weitere Einschleppungen zu verhindern und gegebenenfalls neue Befallsherde rasch zu erkennen und tilgen zu können.

2 Plötzliches Eichensterben (*Phytophthora ramorum*)

Daniel Rigling, Beat Ruffner

Zusammenfassung

Die Pflanzenpasskontrollen der drei Hauptwirtspflanzen (*Rhododendron*, *Viburnum* und *Camellia*) wurden in 108 registrierten Jungpflanzenbetrieben durch Concerplant durchgeführt. Dabei wurden in einem Betrieb befallene *Viburnum x bodnantense* (Winterschneeball) festgestellt und die vorgesehenen Tilgungsmassnahmen eingeleitet. Bei den Verdachtsproben aus öffentlichen und privaten Grünflächen und dem Wald wurden keine befallenen Pflanzen gefunden.

Da die Japanlärche und Edelkastanie zu den anfälligen Baumarten von *P. ramorum* gehören, konzentrierten sich die Erhebungen im Wald auf diese beiden Wirtspflanzen. Schweizweit wurden insgesamt 30 Standorte mit Japanlärche und 16 Standorte mit Edelkastanien kontrolliert. Alle Proben aus diesen Erhebungen waren *P. ramorum* negativ.

Bis jetzt wurde *P. ramorum* in der Schweiz nur an Ziersträuchern in Jungpflanzenbetrieben und verzeinzelt in öffentlichen und privaten Grünflächen gefunden. Bei den Erhebungen im Wald wurde dieser gefährliche Schadorganismus noch nie festgestellt. Dank der erfolgreichen Überwachungs- und Tilgungsmassnahmen konnte eine grossflächige Verschleppung von *P. ramorum* in die Umwelt bis jetzt offenbar verhindert werden.

2.1 Erhebungen im Jahr 2019

Die Erhebungen zum Auftreten von *P. ramorum* in der Schweiz wurden wie in den Vorjahren an potenziellen Wirtspflanzen in Jungpflanzenbetrieben, in öffentlichen und privaten Grünflächen und im Wald durchgeführt.

Im Rahmen der jährlichen Pflanzenpasskontrollen wurden 108 registrierte Jungpflanzenbetriebe durch Concerplant kontrolliert. Concerplant ist ein Verein, der im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft die phytosanitären Kontrollen in den Jungpflanzenbetrieben durchführt. Diese konzentrieren sich auf die anfälligsten Ziersträucher, mit denen *P. ramorum* in die Umwelt verschleppt werden könnte. Dazu gehören Rhododendren, Schneeballpflanzen (*Viburnum* sp.) und Kamelien. Zusätzlich erfolgten amtliche Nachkontrollen durch den EPD mit Unterstützung von Fachkräften der WSL. Dabei handelte es sich um vier befallene Betriebe aus dem Jahre 2018 und einem Betrieb aus dem laufenden Jahr. Aus all diesen Kontrollen in Jungpflanzenbetrieben erhielten wir Verdachtsproben von fünf Pflanzen aus drei Betrieben (Tab. 1).

Weitere Verdachtsproben stammten aus öffentlichen und privaten Grünflächen (9 Standorte) und aus dem Wald (6 Standorte) (Tab. 1). Im Wald erfolgten zusätzliche Erhebungen in Beständen von Japanlärchen und Edelkastanien (siehe Kap. 2.3). Beide Baumarten zählen zu den sehr anfälligen Wirtspflanzen und werden deshalb speziell überwacht.

Tab. 1. Resultate der *Phytophthora ramorum*-Verdachtsproben 2019.

Nr.	Standort	Pflanzen-Art	Anz. Pflanzen (Anz. Proben)	Phyto- phthora ¹	<i>P. ramo- rum</i>
1	Jungpflanzenbetrieb	<i>Rhododendron</i> sp.	1 (1)	1	0
2	Jungpflanzenbetrieb	<i>Viburnum x bodnantense</i>	3 (3)	3	3
3	Jungpflanzenbetrieb	<i>Viburnum lantana</i>	1 (1)	0	0
4	Privates/ öffentliches Grün	<i>Cedrus libani</i>	2 (2)	0	0
5	Privates/ öffentliches Grün	<i>Fagus sylvatica</i>	1 (4)	1	0
6	Privates/ öffentliches Grün	<i>Rhododendron</i> sp.	1 (1)	0	0
7	Privates/ öffentliches Grün	<i>Rhododendron</i> sp.	1 (1)	0	0
8	Privates/ öffentliches Grün	<i>Prunus laurocerasus</i>	1 (1)	0	0
9	Privates/ öffentliches Grün	<i>Taxus</i> sp.	1 (1)	0	0
10	Privates/ öffentliches Grün	<i>Rhododendron</i> sp.	1 (4)	1	0
11	Privates/ öffentliches Grün	<i>Fagus sylvatica</i>	1 (1)	0	0
12	Privates/ öffentliches Grün	<i>Taxus</i> sp.	1 (1)	0	0
13	Wald	<i>Prunus laurocerasus</i>	1 (1)	0	0
13	Wald	<i>Ilex aquifolium</i>	1 (1)	0	0
14	Wald	<i>Castanea sativa</i>	3 (6)	0	0
15	Wald	<i>Fagus sylvatica</i>	1 (1)	1	0
16	Wald	<i>Acer</i> sp.	1 (1)	0	0
17	Wald	<i>Fagus sylvatica</i>	2 (2)	0	0
18	Wald	<i>Quercus petraea</i>	1 (1)	0	0
Total			25 (34)	7	3

¹ Folgende andere *Phytophthora*-Arten wurden gefunden: *P. cinnamomi*, *P. plurivora*, *P. cambivora* und *P. cactorum*.

2.2 Untersuchungen von privaten und öffentlichen Grünflächen

Nach Meldungen und Beratungsfällen aus der grünen Branche wurden Verdachtsproben von 9 privaten oder öffentlichen Grünflächen auf *P. ramorum* untersucht (Tab. 1). Die meisten Verdachtsproben wurden zuerst mit einem *Phytophthora*-spezifischen Antikörper-Schnelltest (Abingdon Health, York, UK) untersucht. Ergab dieser Test ein positives Resultat, wurde der Erreger entweder in Reinkultur isoliert oder direkt mit *Phytophthora*-spezifischen Primern sequenziert. Bodenproben wurden im Labor mit der Ködermethode auf das Vorhandensein von *Phytophthora* untersucht. Alle *Phytophthora*-Kulturen wurden mithilfe von DNA-Analysen der ITS Sequenz identifiziert. Alle Proben erwiesen sich als frei von diesem Quarantäneorganismus. In zwei Fällen wurden andere *Phytophthora*-Arten nachgewiesen.

2.3 Erhebungen im Wald

Bei den Erhebungen im Wald wurden einerseits Verdachtsproben aus der Beratungstätigkeit von Waldschutz Schweiz und eigenen Beobachtungen untersucht (Tab. 1), andererseits wurden spezielle Untersuchungen an anfälligen Baumarten (Japanlärche und Edelkastanie) durchgeführt.

Die Verdachtsproben wurden wie oben (Kap. 2.2) beschrieben analysiert. In keiner Probe wurde *P. ramorum* nachgewiesen (Tab. 1). In einem Fall wurde bei einer Buche mit Schleimflussflecken *P. cambivora* und *P. plurivora* gefunden.

Lärchen-Monitoring

Seit dem grossflächigen Befall von Japanlärchen (*Larix kaempferi*) in Grossbritannien und Frankreich (Bretagne) zählt diese Baumart zu den Hauptwirtspflanzen von *P. ramorum*. Die Europäische Lärche (*L. decidua*) kann ebenfalls befallen werden, gilt aber im Vergleich zur Japanlärche als etwas weniger anfällig. Der Erreger befällt vor allem die Lärchennadeln, auf denen es zu einer starken Sporenbildung kommt. Ausgehend von befallenen Lärchen können dann andere Baumarten in der Umgebung wie Buchen oder Edelkastanien infiziert werden.

Im Jahr 2018 wurden 39 Standorte mit Japan- oder Europäischen Lärchen in der Deutschschweiz untersucht. Im Jahr 2019 wurde das Monitoring schweizweit an 30 neuen Standorten mit ausschliesslich Japanlärchen durchgeführt (Tab. 2). Miteinbezogen wurden dabei auch Standorte in der Westschweiz (FR, GE, JU, NE, VD) und im Tessin (Abb. 5). Pro Standort wurden Nadelproben von drei bis fünf Lärchen gesammelt und gepoolt. Wie letztes Jahr wurden wieder Rhododendronblätter als Köder verwendet und auf das Vorhandensein von *P. ramorum* und anderen *Phytophthora*-Arten getestet (siehe Jahresbericht 2018 für die genaue Methodenbeschreibung). In keiner Probe wurde *P. ramorum* nachgewiesen (Tab. 2). In sechs Proben wurde eine einheimische *Phytophthora*-Art (*P. gonapodyides*) gefunden.

An mehreren Bäumen am Standort 19TG01 (Kanton Thurgau) wurde starker Harzfluss mit schwarzer Verfärbung beobachtet. Eine visuelle Untersuchung mehrerer Harzflussstellen zeigte jedoch keine befallstypische gelbliche Verfärbung unter der Rinde. Ein *Phytophthora*-spezifischer Antikörper-Schnelltest (Abingdon Health, York, UK) fiel ebenfalls negativ aus, so dass bereits vor Ort der Verdacht entkräftet wurde.



Abb. 5. Im Jahr 2019 beprobte Standorte mit Japanlärchen (*L. kaempferi*).

Tab. 2. Überblick über die beprobten Standorte des Lärchen-Monitorings 2019 und die Resultate der *P. ramorum*-Diagnostik.

Kürzel Standort	Kanton	Gemeinde	Art	Anzahl Bäume	Potenzielle Wirte*	<i>P. ramorum</i> Befund (+/-)
19AG01	Aargau	Zofingen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BE01	Bern	Zollikofen	<i>L. kaempferi</i>	5	Lä	–
19BE02	Bern	Kirchberg	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BE03	Bern	Melchnau	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei	–
19BE04	Bern	Schüpfen	<i>L. kaempferi</i>	5	Lä	–
19BE05	Bern	Wileroltigen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BE06	Bern	Neuenegg	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BE07	Bern	Thun	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BE08	Bern	Attiswil	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BE09	Bern	Langenthal	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BE10	Bern	Sonceboz-Sombeval	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19BL01	Basel-Landschaft	Pratteln	<i>L. kaempferi</i>	5	Sc	–
19FR01	Freiburg	Bulle	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19FR02	Freiburg	Hauterive	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19GE01	Genf	Collex-Bossy	<i>L. kaempferi</i>	3	Ei	–
19GR01	Graubünden	Castaneda	<i>L. kaempferi</i>	5	Ka	–
19GR02	Graubünden	Domat/Ems	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei, Sc	–
19GR03	Graubünden	Igis	<i>L. kaempferi</i>	5	Sc	–
19JU01	Jura	Haute-Sarne	<i>L. kaempferi</i>	5	Rh	–
19NE01	Neuenburg	Le Landeron	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19SG01	St. Gallen	Rapperswil-Jona	<i>L. kaempferi</i>	3	keine	–
19SG02	St. Gallen	St. Gallen	<i>L. kaempferi</i>	5	Bu	–
19SH01	Schaffhausen	Neuhausen	<i>L. kaempferi</i>	5	Sc	–
19SO01	Solothurn	Grenchen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
19SO02	Solothurn	Himmelried	<i>L. kaempferi</i>	5	Sc	–
19TG01	Thurgau	Thundorf	<i>L. kaempferi</i>	5	Bu	–
19TI01	Tessin	Cademario	<i>L. kaempferi</i>	5	Ka	–
19VD01	Waadt	Lutry	<i>L. kaempferi</i>	5	Lä	–
19ZH01	Zürich	Winterthur	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei	–
19ZH01	Zürich	Uitikon	<i>L. kaempferi</i>	5	Bu	–

* Potenzielle, andere Wirtspflanzen in der Umgebung: Bu: Buche, Ei: Eiche, Lä: Europäische Lärche, Ka: Kastanie, Rh: Rhododendron, Sc: Schneeball

Kastanien-Monitoring

An 14 Standorten im Tessin und zwei Standorten in der Nordschweiz (Gilly, Walchwil) wurden Edelkastanien auf das Vorhandensein von *Phytophthora* sp. untersucht (Tab. 3). Diese Erhebung wurde als Teil des Klimaprojektes «Mal dell'inchioistro del castagno: favorito dai cambiamenti climatici?» durchgeführt. Dabei wurden Bodenproben aus dem Wurzelraum der Bäume entnommen und *Phytophthora* sp. mit der Ködermethode isoliert. Die Isolate wurden dann mittels DNA Analyse der ITS Region identifiziert. Von 186 Probebäumen wurden insgesamt 150 *Phytophthora*-Isolate in Reinkultur gewonnen. Keines der Isolate wurde als *P. ramorum* identifiziert. Die häufigsten gefundenen *Phytophthora*-Arten waren *P. cinnamomi*, *P. plurivora*, *P. cactorum* und *P. cambivora*.

Tab. 3 Überblick über die beprobten Standorte des Kastanien-Monitorings 2019 und die Resultate der *Phytophthora*-Diagnostik.

Gemeinde	Anzahl Bäume	<i>Phytophthora</i> -Isolate (N)	<i>P. ramorum</i> Befund (+/-)
Bregaglia	74	44	-
Malcantone	3	3	-
Origlio	2	3	-
Taverne	15	9	-
Faido	5	1	-
Arbedo	15	15	-
Brissago	15	10	-
Ronco s. Ascona	3	0	-
Orselina	16	15	-
Tenero Contra	9	1	-
Locarno (Verigana)	8	18	-
Locarno (Pureta)	11	26	-
Avegno	4	0	-
Gilly	4	4	-
Walchwil	2	1	-
Total	186	150	0

2.4 Ein positiver Fall 2019 in einem Jungpflanzenbetrieb

Im Jahr 2019 wurde *P. ramorum* nur in einem Jungpflanzenbetrieb festgestellt. Dabei handelte es sich um ein kleines Los von *Viburnum x bodnantense* Topfpflanzen, die aus Belgien importiert wurden. Insgesamt wurden drei symptomatische Pflanzen beprobt und bei allen *P. ramorum* nachgewiesen (Tab. 1). Im betroffenen Betrieb wurde bis jetzt noch nie *P. ramorum*-Befall festgestellt. Nach dem positiven Befund wurden die vorgegebenen Tilgungsmassnahmen eingeleitet und alle Pflanzen aus diesem Los vernichtet. Die amtliche Nachkontrolle in diesem Betrieb erfolgt im Frühsommer 2020.

2.5 Befallssituation in der Schweiz seit 2003

Seit 2003 wurde *P. ramorum* in insgesamt 29 Jungpflanzenbetrieben (inkl. einem Gartencenter) und in sechs Fällen an ausgepflanzten Wirtspflanzen in privaten und öffentlichen Grünanlagen nachgewiesen. Im Jahr 2019 wurde nur ein Befallsherd in einem Jungpflanzenbetrieb gefunden. Dies bedeutet einen deutlichen Rückgang im Vergleich zum Vorjahr mit Befallsherden in vier Betrieben (Abb. 6).

Bei den befallenen Wirtspflanzen zeigt sich seit 2003 ein ähnliches Muster. Bislang wurde *P. ramorum* in der Schweiz nur an Pflanzen der Gattungen *Viburnum* (Schneeball) und *Rhododendron* festgestellt. Insgesamt sind Schneeballpflanzen deutlich häufiger befallen als *Rhododendren* (Abb. 7).

Der positive Fall 2019 betraf ebenfalls *Viburnum*-Pflanzen, und zwar den sehr anfälligen Winterschneeball *Viburnum x bodnantense*. Die Anzahl der Jungpflanzenbetriebe, die jährlich auf *P. ramorum* kontrolliert werden, ist seit 2003 ziemlich konstant und liegt zwischen 105 bis 122 Betrieben (Abb. 8).

Die jährliche Befallsrate bewegt sich zwischen 1 % und 6 % und ist im letzten Jahr wieder deutlich gesunken (Abb. 9).

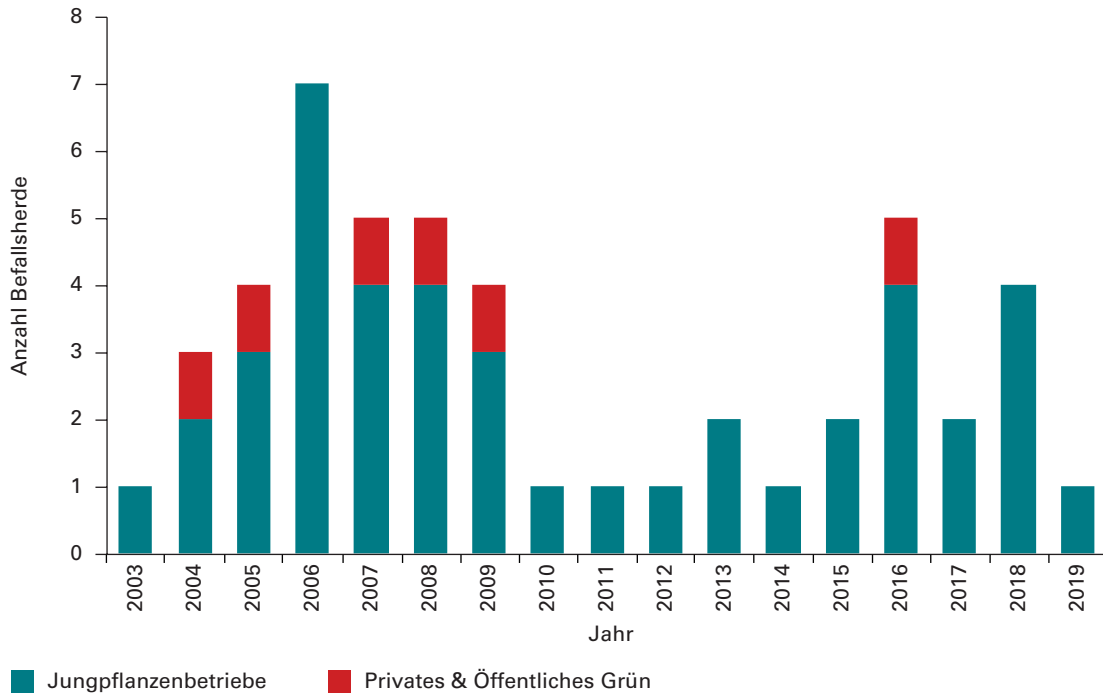


Abb. 6. Anzahl der Befallsherde von *Phytophthora ramorum* in der Schweiz seit 2003.

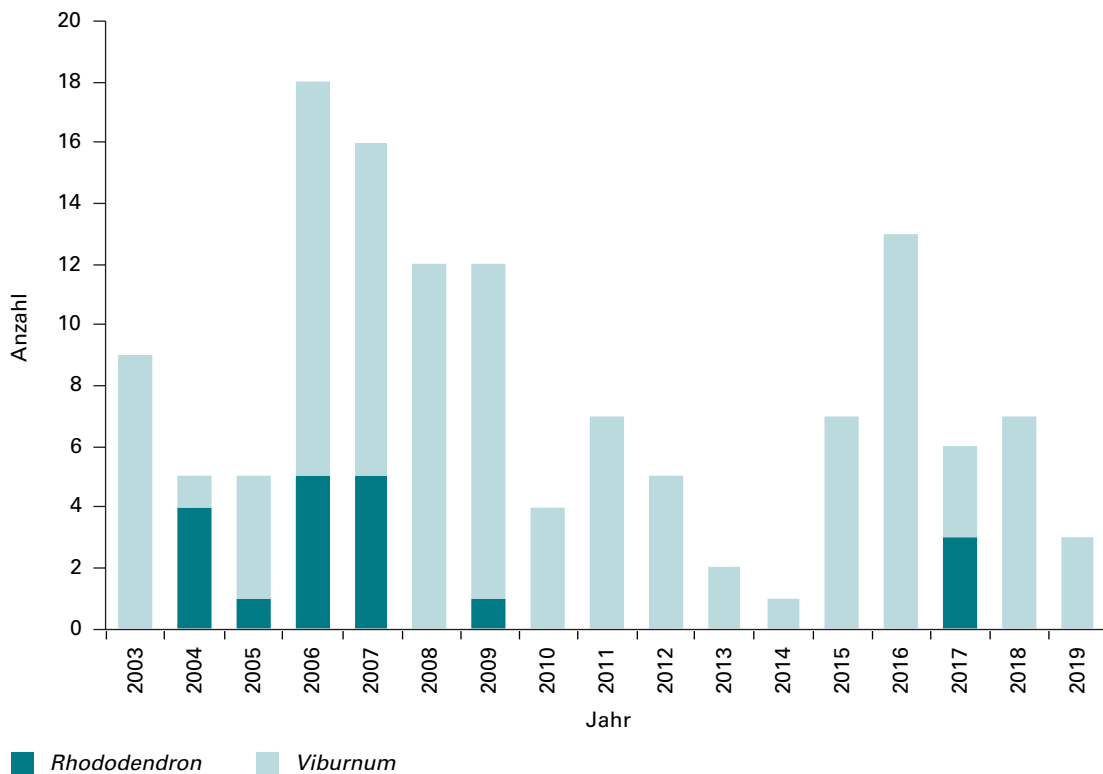


Abb. 7. Positive Nachweise von *Phytophthora ramorum* in der Schweiz (2003–2019) nach Wirtspflanze.

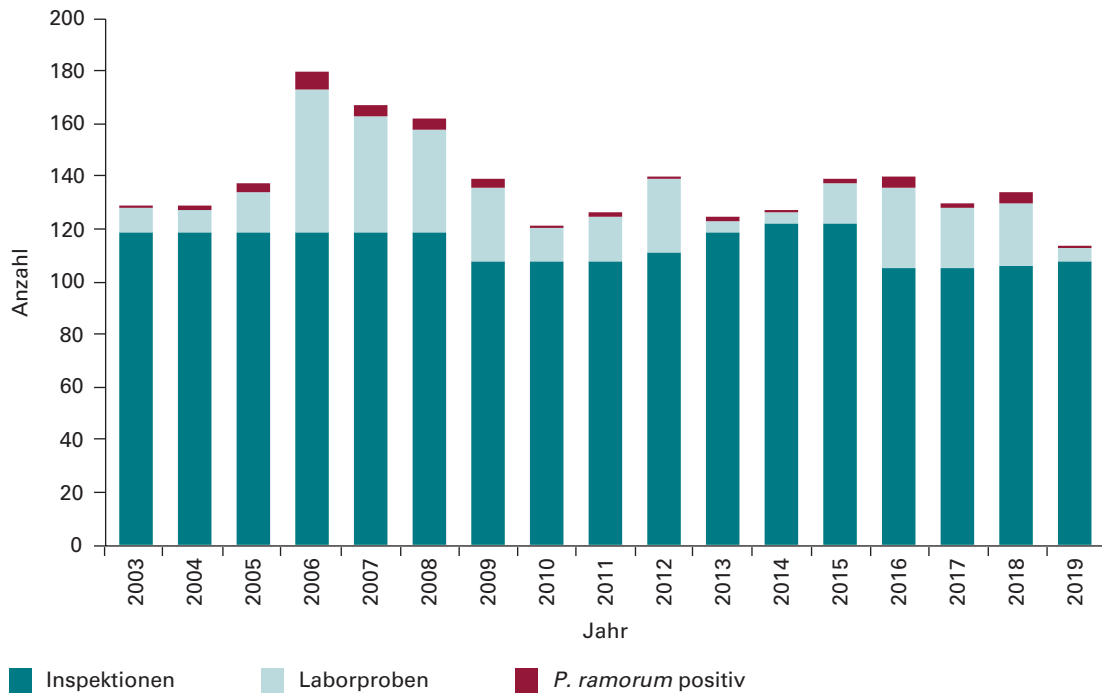


Abb. 8. *Phytophthora*-Erhebungen in Jungpflanzenbetrieben (2003–2019), Inspektionen = Anzahl Jungpflanzenbetriebe, die jährlich kontrolliert wurden.

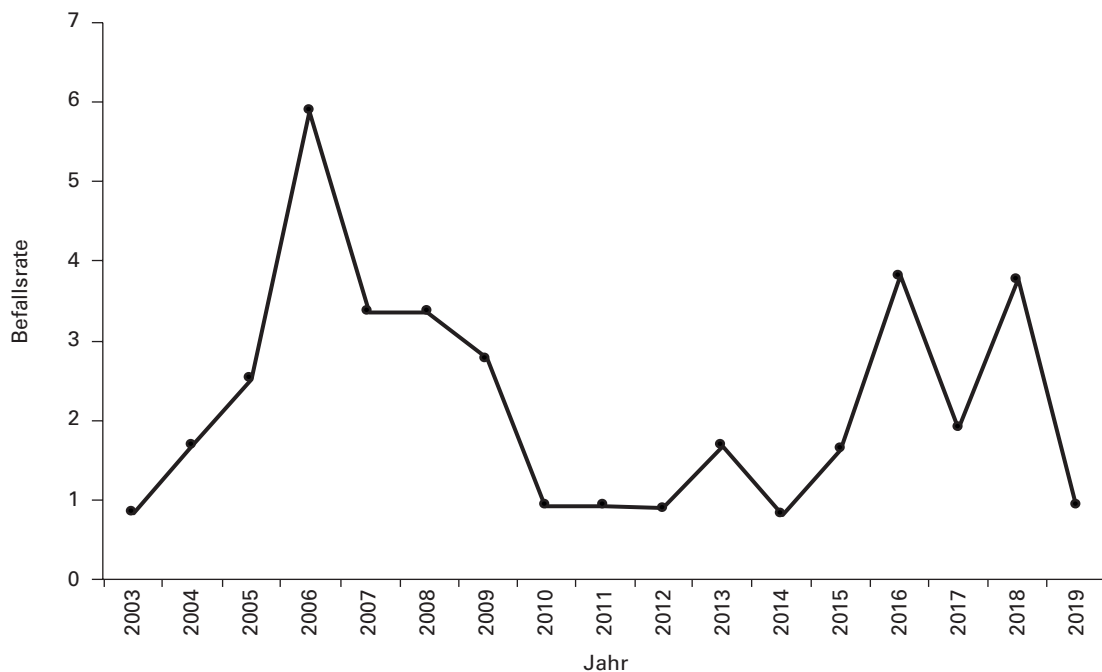


Abb. 9. Befallsrate durch *Phytophthora ramorum* in Jungpflanzenbetrieben (2003–2019).

2.6 Weitere Aktivitäten

Die Resultate des Buchen-Monitorings 2017 wurden in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift Forest Pathology publiziert: RUFFNER, B.; RIGLING, D.; SCHOEBEL, C.N., 2019. Multispecies *Phytophthora* disease pattern in declining beech stands. <https://doi.org/10.1111/efp.12514>.

2.7 Schlussfolgerung

Nach einem Anstieg der Befallsraten in den Jahren 2015 bis 2018 wurde *P. ramorum* 2019 nur noch in einem Jungpflanzenbetrieb festgestellt. Auch dieses Mal waren Importpflanzen betroffen. Diese waren vermutlich bei der Einfuhr latent befallen und entwickelten erst im Verlaufe des Jahres Symptome. Seit dem Erstfund in der Schweiz im Jahr 2003 trat *P. ramorum* damit jedes Jahr in mindestens einem Jungpflanzenbetrieb auf. Obwohl die jährlichen Befallsraten nie mehr als 6 % erreichten, wurde *P. ramorum* seit 2003 in insgesamt 29 Jungpflanzenbetrieben gefunden. Damit sind inzwischen mehr als ein Viertel aller kontrollierten Betriebe mindestens einmal von einem Befall betroffen worden. Erfreulich ist, dass die meisten Betriebe nur in einem Jahr Befall aufwiesen. Ebenfalls positiv zu bewerten ist, dass *P. ramorum* seit 2016 in der Schweiz nicht mehr ausserhalb von Jungpflanzenbetrieben festgestellt wurde. Die Kontrollen in den Betrieben und die Tilgungsmassnahmen nach einem Befall scheinen Wirkung zu zeigen. Erfreulich ist auch die Tatsache, dass bei den Erhebungen im Wald *P. ramorum* noch nie nachgewiesen wurde. Auch die untersuchten Bestände mit anfälligen Japanlärchen und Edelkastanien erwiesen sich als befallsfrei. Diese Resultate zeigen, dass *P. ramorum* in der Schweiz im Wald nicht vorkommt oder zumindest nicht verbreitet ist.

2.8 Ausblick

Die bisherigen Massnahmen zur Verhinderung der Einschleppung und Ausbreitung von *P. ramorum* in der Schweiz können als erfolgreich angesehen werden. Die Befallsherde in den Jungpflanzenbetrieben wurden erfolgreich getilgt und befallene Pflanzen ausserhalb der Betriebe wurden bisher nur vereinzelt gefunden und ebenfalls getilgt. Dabei handelte es sich ausschliesslich um ausgepflanzte Ziersträucher (Schneeballpflanzen und Rhododendren) in öffentlichen und privaten Grünflächen. Bei allen Erhebungen im Schweizer Wald wurde *P. ramorum* bislang nicht festgestellt.

In der neuen Pflanzengesundheitsverordnung der EU werden nur noch Nicht-EU Isolate von *P. ramorum* als Quarantäneorganismen geregelt. Diese Einstufung wurde von der Schweiz in der PGesV-WBF-UVEK übernommen. EU Isolate werden in der Schweiz jedoch weiterhin als potentielle Quarantäneorganismen durch die VpM-BAFU geregelt. Angesichts der bisher erfolgreichen Massnahmen gegen *P. ramorum* in der Schweiz ist eine generelle Regulierung von *P. ramorum* zu begrüssen. Dies wird auch durch einen kürzlich veröffentlichten Expertenbericht aus Frankreich unterstützt. In diesem Bericht wird auf erhebliche Risiken für wichtige Baumarten hingewiesen (www.anses.fr/en/system/files/SANTVEG2017SA0259RaEN.pdf). Dazu gehören vor allem Lärchen (Japanlärche, Europäische Lärche und Hybride) und die Edelkastanie, etwas weniger die Buche, Zerr-Eiche und Douglasie.

Die Regulierung von Nicht-EU Isolaten in Europa zielt primär darauf ab, dass keine neuen Genotypen eingeschleppt und verbreitet werden. Die jetzige *P. ramorum* Population in Europa zeigt eine sehr tiefe genetische Diversität mit nur einem Kreuzungstyp (mating type A1). Die Einschleppung des zweiten Kreuzungstyp (A2), der in Nordamerika dominant ist, könnte die sexuelle Fortpflanzung ankurbeln und dadurch Diversität und Anpassungsfähigkeit von *P. ramorum* erhöhen. Auch ist nicht auszuschliessen, dass neue Genotypen sich aggressiver verhalten als bereits vorhandene Genotypen und möglicherweise auch ein anderes Wirtsspektrum zeigen.

Um EU von Nicht-EU Isolaten unterscheiden zu können, werden wir 2020 eine neue Analyseverfahren etablieren. Mit dieser auf Mikrosatelliten-Markern basierenden Methode werden dann alle neuen, wie auch alle bisher gefundenen *P. ramorum* Isolate getestet (siehe auch Kap. B 5.2).

3 Kiefernholznermatode (*Bursaphelenchus xylophilus*)

Simone Prospero

Zusammenfassung

Im Jahr 2019 wurden an 39 Standorten in 11 Kantonen insgesamt 85 Waldföhren beprobt und auf *Bursaphelenchus xylophilus* untersucht. Für die Untersuchung von Vektorkäfern (*Monochamus*-Arten) wurden 6 Lockstofffallen in Föhrenwälder aufgestellt (3 VS, 3 GR). Der gefährliche Kiefernholznermatode wurde in keiner Holzprobe gefunden. Alle gefangenen Exemplare der Gattung *Monochamus* waren ebenfalls frei von *B. xylophilus*.

Im Rahmen der ISPM15 Kontrollen wurden zwei Holzproben von nicht-konformen Holzverpackungen aus China und Portugal auf *B. xylophilus* untersucht. Der Quarantäneschädling wurde in keiner dieser Proben festgestellt.

Die Schweiz kann somit weiterhin als frei von *B. xylophilus* deklariert werden.

3.1 Standorte und Probenumfang

Im Jahr 2019 wurden an 39 verschiedenen Standorten in 11 Kantonen insgesamt 85 Waldföhren (*Pinus sylvestris*) auf einen Befall durch den Kiefernholznermatoden (*Bursaphelenchus xylophilus*) untersucht (Abb. 10, Tab. 4). Pro Standort wurden 1 bis 6 Bäume beprobt.

Wie in den vergangenen Jahren, wurden vor allem (87,1 % der Fälle) von symptomatischen (d.h. absterbenden resp. kürzlich abgestorbenen) Föhren Holzproben entnommen. Daneben wurden vereinzelt liegende Föhrenstämme beprobt. Neben den Föhrenbeständen im Wallis, in Graubünden und am Jura Südfuss wurden auch Risiko-standorte (Umgebung von Rindenlagern und vom internationalen Flughafen Zürich) in die Erhebung miteinbezogen. Fünf abgestorbene Waldföhren wurden in der Stadt Basel

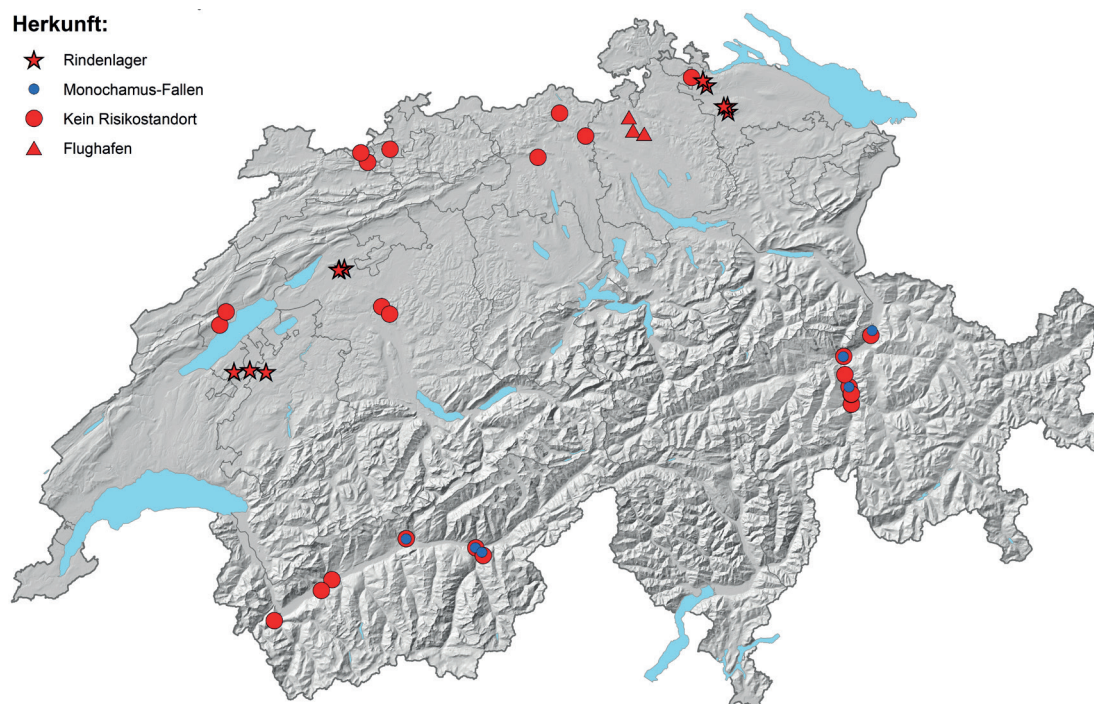


Abb. 10. Monitoring von *Bursaphelenchus xylophilus* in der Schweiz 2019. Standorte, an welchen Waldföhren und *Monochamus*-Bockkäfer auf das Vorhandensein von *B. xylophilus* untersucht wurden.

beprobte. Die meisten Standorte zeigten entweder keine oder nur vereinzelt absterbende Föhren (Tab. 4). Ein gruppenweises Föhrensterben wurde nur an sechs Standorten im Graubünden und Wallis beobachtet, wahrscheinlich primär durch Trockenheit verursacht.

Tab. 4. Beprobungsstandorte und Anzahl der 2019 auf *Bursaphelenchus xylophilus* untersuchten Waldföhren.

Kt.	Ort	Risikostandort	Föhrensterben	Beprobte Bäume		
				Stehend	Liegend	Total
AG	Wettingen	kein	vereinzelt	3	0	3
	Würenlingen	kein	vereinzelt	3	0	3
	Rapperswil	kein	kein	1	1	2
BE	Lyss	Rindenlager	kein	2	1	3
	Worben	Rindenlager	kein	1	0	1
	Kappelen	Rindenlager	kein	1	0	1
	Bolligen	Rindenlager	kein	2	0	2
	Stetten	Rindenlager	kein	0	1	1
BL	Liesberg	kein	vereinzelt	0	1	1
	Zwingen	kein	kein	1	0	1
BS	Basel	kein	kein	5	0	5
FR	Montagny les Monts	Rindenlager	kein	2	0	2
	Payerne	Rindenlager	kein	1	0	1
	Cugy	Rindenlager	kein	1	0	1
GR	Paspels	kein	gruppenweise	3	0	3
	Domat	kein	vereinzelt	2	0	2
	Haldenstein	kein	vereinzelt	1	0	1
	Thusis	kein	vereinzelt	3	0	3
	Cazis	kein	vereinzelt	1	0	1
	Fürstenuau	kein	gruppenweise	1	0	1
	Rothenbrunnen	kein	gruppenweise	1	0	1
NE	Bôle	kein	vereinzelt	5	0	5
	Bevaix	kein	kein	1	0	1
SO	Kleinfürstli	kein	vereinzelt	6	0	6
TG	Stettfurt	Rindenlager	kein	1	0	1
	Thundorf	Rindenlager	kein	3	0	3
	Frauenfeld	Rindenlager	kein	1	0	1
	Hüttwilen	Rindenlager	kein	1	0	1
	Eschenz	Rindenlager	kein	1	0	1
VS	Vétroz	kein	vereinzelt	2	0	2
	Riddes	kein	gruppenweise	2	0	2
	Martigny	kein	kein	0	1	1
	Salgesch	kein	gruppenweise	5	0	5
	Visp	kein	gruppenweise	1	0	1
	Visperterminen	kein	vereinzelt	4	0	4
ZH	Bülach	Flughafen	vereinzelt	4	0	4
	Winkel	Flughafen	vereinzelt	2	1	3
	Augwil	Flughafen	vereinzelt	3	0	3
	Oberstammheim	kein	vereinzelt	2	0	2
Total 2019				79	6	85

Mit einem Spiralbohrer wurden von jedem beprobten Baum Splintholzproben aus dem unteren Stammbereich entnommen (100–200 g Holzspäne pro Probe). Holznematoden wurden aus den Proben mit der klassischen Baerman-Trichter-Methode extrahiert. Die Nematodenextrakte wurden anschliessend unter dem Mikroskop und mittels DNA Analysen untersucht. Für den Nachweis von *B. xylophilus* wurde eine qPCR-Methode gemäss EPPO Standard PM 7/4 (3) verwendet. Für den Nachweis von anderen *Bursaphelenchus*-Nematoden wurde eine spezifische PCR-Methode verwendet. Die Identifizierung der Arten erfolgte dann mittels Sequenzanalysen der PCR Produkte.

3.2 Holzproben aus dem Waldmonitoring

In keiner der untersuchten Holzproben wurde der Quarantäneschädling *B. xylophilus* nachgewiesen. Mittels PCR wurden in 55 (64.7 %) der beprobten Bäume andere *Bursaphelenchus*-Holznematoden nachgewiesen (Tabelle 5). Wegen häufigen Mischsequenzen (DNA Amplifikation von verschiedenen Nematoden-Arten) konnten nur in 17 Bäumen die Nematoden eindeutig einer *Bursaphelenchus*-Art zugeordnet werden. Diese gehörten zu fünf verschiedenen Arten und zwar *B. eggersi* (2 BE, 2 ZH), *B. vallesianus* (2 GR, 1 VS), *B. sexdentati* (1 SO, 1 VS, 1 ZH), *B. minutus* (1 TG, 4 VS, 1 ZH) und *B. pterocarp* (1 BL). Während *B. eggersi*, *B. vallesianus* und *B. sexdentati* in den vergangenen Jahren immer wieder gefunden wurden, handelt es sich bei *B. minutus* und *B. pterocarp* um Erstfunde in der Schweiz. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die taxonomische Zuordnung von *B. minutus* zur Gattung *Bursaphelenchus* noch nicht ganz geklärt ist.

Insgesamt zeigten 32 Probebäume Hinweise (Bohrgänge, Bohrmehl, Larven) auf Borkenkäfer und 16 Bäume auf Prachtkäfer. Bei keinem Baum wurden typische Bohrspäne von Bockkäfern gefunden.

Tab. 5. Resultate der Erhebungen 2019 zum Vorkommen von *Bursaphelenchus xylophilus* in der Schweiz.

Merkmale	Kantone											Total
	G	BE	BL	BS	FR	GR	NE	SO	TG	VS	ZH	
Anzahl Standorte	3	5	2	1	3	7	2	1	5	6	4	39
Anzahl beprobter Bäume	8	8	2	5	4	12	6	6	7	15	12	85
– Hinweise auf Borkenkäfer ¹	4	1	0	0	3	4	4	2	3	7	4	32
– Hinweise auf Bockkäfer ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– Hinweise auf Prachtkäfer ¹	1	1	0	0	0	3	1	3	1	2	4	16
– Mit <i>Bursaphelenchus</i> Nematoden (PCR)	3	5	1	0	2	9	6	4	4	11	10	55
– Mit <i>B. xylophilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ Frassspuren (Gänge, Bohrmehl oder -späne), Larven oder Käfer.

3.3 Fallen für *Monochamus*-Arten

Der Kiefernholznematode wird in den Befallsgebieten in Europa vor allem durch den Bänderbock (*Monochamus galloprovincialis*) verbreitet. Um diesen Vektor zu untersuchen wurden sechs Fallen mit dem Lockstoff Galloprotect-2D (SEDQ, Spanien) vom Sommer (Anfang Juli) bis Herbst (Ende September/Anfang Oktober) in lockeren, südexponierten Föhrenwäldern aufgestellt. Wie in den vergangenen Jahren, befanden sich drei Fallenstandorte im Kanton Graubünden (Haldenstein, Reichenau, Rodels) und drei im Kanton Wallis (Salgesch, Visp, Visperterminen). Im August wurden die Fallen geleert und der Behälter mit dem Pheromon ersetzt. Im Herbst wurden die Fallen nochmals geleert. Die

gefangenen Insekten wurden morphologisch sortiert und danach alle *Monochamus*-Exemplare auf das Vorhandensein von *B. xylophilus* untersucht.

Käfer der Gattung *Monochamus* (6 Käfer insgesamt) wurden nur im August in der Falle von Reichenau (GR) gefunden. Zwei Exemplare gehörten zu *M. galloprovincialis*, während die vier anderen Exemplare morphologisch nicht eindeutig einer Art zugeordnet werden konnten. Alle Käfer wurden jedoch eindeutig mit einem negativen Befund auf *B. xylophilus* getestet.

3.4 Holzproben aus ISPM15 Kontrollen

Im Rahmen der ISPM15 Kontrollen wurden uns zwei Holzproben von nicht-konformen Holzverpackungen aus China und Portugal zugeschickt. Unsere Laboranalysen zeigten, dass beide Holzproben frei von *B. xylophilus* waren.

3.5 Entwicklung 2010–2019

Seit 2010 wurden insgesamt 999 absterbende oder abgestorbene Bäume (meistens stehende Waldföhren) auf *B. xylophilus* untersucht (Abb. 11). Diese befanden sich in den Föhrenbeständen im Wallis, Graubünden und am Jura Südfuss (AG, BL, NE, SO) und in der Umgebung von Risikostandorten (Flughafen Zürich ZH; Rindenlager Frauenfeld TG, Aarberg BE, und Chevroux FR; bis 2015 Sägewerk Domat-Ems GR).

In den Jahren 2015–2019 wurden auch insgesamt 132 Holzproben aus nicht-konformen ISPM15-Holzverpackungen (z. B. fehlender Stempel) untersucht.

Der Quarantäneschädling *B. xylophilus* wurde in keiner der untersuchten Holzproben identifiziert. Zahlreiche Holzproben von Waldföhren enthielten andere Holznekmatoden, darunter auch solche aus der Gattung *Bursaphelenchus*. Ein Teil der Resultate wurde in einer internationalen Fachzeitschrift publiziert, PROSPERO *et al.* 2015.

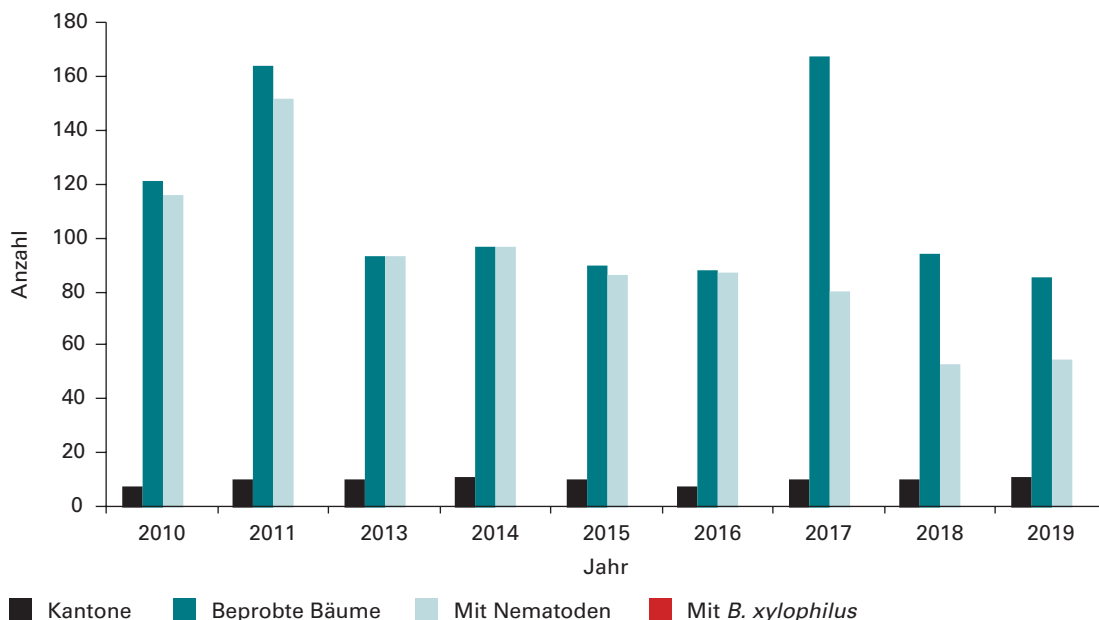


Abb. 11. Monitoring von *Bursaphelenchus xylophilus* in der Schweiz 2010–2019. Im Jahr 2012 wurden keine Aufnahmen in den Föhrenbeständen durchgeführt, sondern die Daten von 2010 und 2011 ausgewertet.

3.6 Ausblick

In der neuen Verordnung des WBF und des UVEK zur Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV-WBS-UVEK) ist *B. xylophilus* als prioritärer Quarantäne-Organismus aufgeführt. Das bedeutet, dass die jährlichen Erhebungen zum Auftreten dieses gefährlichen Schadorganismus risikobasiert weitergeführt werden müssen. Die Gebietsüberwachung und Probenahme in Föhrenbeständen soll dabei vermehrt direkt durch die Kantone durchgeführt werden. Die Überwachung von *Monochamus*-Arten mittels Lockstofffallen als Frühwarnmethode soll ebenfalls fortgeführt werden. Für diese Art der Überwachung müssten allerdings höhere Fangzahlen erreicht werden. Gemäss Informationen aus anderen europäischen Ländern ist der Fangenerfolg von *M. galloprovincialis* sehr unterschiedlich, obwohl die gleichen Fallentypen und Lockstoffe verwendet werden. So werden z.B. auch aus Belgien sehr tiefe Fangzahlen gemeldet. Möglicherweise ist der verwendete Lockstoff nicht für alle Regionen gleich gut geeignet oder der Bockkäfer ist effektiv viel seltener als vermutet. Diesbezüglich wurde von der Universität Brüssel eine europaweite Studie gestartet, für welche auch wir unsere Daten zu Verfügung gestellt haben. Die Resultate dieser Studie liegen noch nicht vor.

Auch Holzproben aus den ISPM15 Kontrollen werden weiterhin auf *Bursaphelenchus*-Nematoden untersucht. Die gleichen Erhebungen werden in allen europäischen Ländern durchgeführt und sollen verhindern, dass sich der Kiefernholznematode in Europa weiter ausbreitet.

4 Pechkrebs der Föhre (*Fusarium circinatum*)

Carolina Cornejo

Zusammenfassung

Da *Fusarium circinatum* (Syn. *Gibberella circinata*) hauptsächlich durch infizierte Samen verbreitet wird, testet die WSL das Saatgut von anfälligen Baumarten. Im Jahr 2019 waren dies Samen von *Pinus nigra* und *P. sylvestris* aus Bulgarien, Spanien und der Türkei sowie *Pseudotsuga menziesii* aus den USA. Zusätzlich wurden Keimlinge untersucht, die aus dem Saatgut aufgezogen wurden und Symptome der Umfallkrankheit zeigten.

Fusarium circinatum wurde in den dreifach untersuchten Samen-Lieferungen sowie in den symptomatischen Keimlingen nicht festgestellt.

Bei Erhebungen in den Föhrenbeständen der Schweiz wurden keine Symptome von Pechkrebs beobachtet. Zwei Verdachtsfälle aus der Beratungstätigkeit von Waldschutz Schweiz ergaben ebenfalls einen negativen Befund.

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

4.1 Hintergrund

Der aggressive Pechkrebs-Pilz *Fusarium circinatum* gefährdet alle *Pinus*-Arten sowie Douglasien (*Pseudotsuga menziesii*) in Waldbeständen, Parks, Gärten und Jungpflanzenbetrieben.

Seit 2002 wird *F. circinatum* auf den Quarantänelisten der EPPO aufgeführt. In Europa tritt der Pechkrebs in Portugal und Spanien trotz intensiver Gegenmassnahmen in Waldbeständen und Jungpflanzenbetrieben seit 2005 regelmässig auf.

Innerhalb eines Waldbestandes wird der Pechkrebs über Wind und Regen sowie durch rindenbrütende Insekten wie Borkenkäfer und Rüsselkäfer verbreitet. Über grössere Distanzen wird der Erreger durch infiziertes Saat- oder Pflanzgut und Erdmaterial verschleppt.

In der neuen Pflanzengesundheitsverordnung der Schweiz ist *F. circinatum* als Quarantäneorganismus aufgeführt (PGesV-WBF-UVEK). Zusätzliche Massnahmen gegen die Einschleppung und Verbreitung dieses Schadpilzes wurden in der Verordnung des BAFU über phytosanitäre Massnahmen für den Wald (VpM-BAFU) festgelegt.

4.2 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 Jahr 2019 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 drei möglichen Wirtspflanzen aus zwei europäischen, zwei türkischen und vier US-amerikanischen Provenienzen beprobt (Tab. 6). Von jeder Samen-Lieferung wurde jeweils ein gleicher Teil in drei getrennten qPCR-Läufen (Triplikate) mit negativem Befund in allen Proben analysiert.

Tab. 6. Saatgut aus dem Samenlager der WSL, das 2019 mittels qPCR untersucht wurde. Die qPCR-Methode ergab einen Negativ-Befund in allen Fällen.

Land	Baumart	Provenienz	Anzahl Samen	Befund qPCR
Bulgarien	<i>P. sylvestris</i>	Dospat	200	negativ
Spanien	<i>P. sylvestris</i>	Sierra de Javalambre	200	negativ
Türkei	<i>P. sylvestris</i>	Bolu Aladağ	200	negativ
	<i>P. nigra</i>	Amasya Vezirköprü	200	negativ
USA-WA	<i>Ps. menziesii</i>	WA 430-30, Randle	200	negativ
	<i>Ps. menziesii</i>	WA 430-35, Randle	200	negativ
	<i>Ps. menziesii</i>	WA 401-20, Glacier	200	negativ
	<i>Ps. menziesii</i>	WA 402/403-20, Concrete/Darrington	200	negativ

Da einige der oben erwähnten Samen aus einem Befallsland stammten (Spanien), wurden die Keimlinge aus Tabelle 6 im WSL-Versuchsgarten aufgezogen und beobachtet. Einige Keimlinge entwickelten die Umfallkrankheit und wurden aus diesem Grund mittels qPCR auf *F. circinatum* getestet. Neben den symptomatischen Keimlingen wurden pro Lot auch asymptomatische Pflanzen als Kontrolle untersucht. Alle Tests ergaben einen negativen Befund auf *F. circinatum* (Tab. 7).

Tab. 7. Keimlinge mit Symptomen der Umfallkrankheit aus der Nachzucht an der WSL. Pro Samen-Lot wurden vier Proben mittels qPCR untersucht. Die qPCR-Methode ergab einen Negativ-Befund in allen Fällen.

Land	Baumart	Provenienz	Anzahl Keimlinge	Befund qPCR
Bulgarien	<i>P. sylvestris</i>	Dospat	4	negativ
Spanien	<i>P. sylvestris</i>	Sierra de Javalambre	4	negativ
Türkei	<i>P. sylvestris</i>	Bolu Aladağ	4	negativ
	<i>P. nigra</i>	Amasya Vezirköprü	4	negativ

4.3 Monitoring von Föhrenbeständen und Beratungsfälle

Im Rahmen des Monitorings des Kiefernholz-Nematoden (s. Kap. 3) wurden auf 52 Waldflächen in 11 Kantonen (AG, BE, BL, FR, GR, NE, SO, TG, VD, VS und ZH) Föhren auf Symptome von Pechkrebs visuell kontrolliert. Aus der Beratungstätigkeit von Waldschutz Schweiz wurden Verdachtsfälle an zwei Standorten untersucht. Bei den Erhebungen wurden keine verdächtigen Symptome festgestellt und bei den Beratungsfällen konnte der Verdacht ausgeräumt werden. Aus den Pflanzenpasskontrollen in den Jungpflanzenbetrieben wurden wie in den Vorjahren keine Verdachtsfälle gemeldet.

4.4 Die Entwicklung von 2012 bis 2019

Erfreulicherweise ergaben die auf *F. circinatum* durchgeführten Wald-Erhebungen und Saatgut-Untersuchungen seit 2012 durchgehend einen negativen Befund für die Schweiz.

4.5 Öffentlichkeitsarbeit

Die WSL beteiligte sich 2019 am Abschlusstreffen der COST Action FP1406 Pinestrength («Pine pitch canker – Strategies for Management of *Gibberella circinata*»). Ein Produkt aus dem dreijährigen Engagement in dieser COST Action ist der im Februar 2019 in der Online-Plattform waldwissen.net erschienene Beitrag über den Pechkrebs (Abb. 12). Waldwissen ist ein Gemeinschaftsprodukt der vier Forschungsinstitutionen FVA (Baden-Württemberg), LWF (Bayern), BFW (Österreich) und WSL (Schweiz) sowie den Partner-Instituten SBS (Sachsen), WUH (Nordrhein-Westfalen), LFE (Brandenburg) und INRA (Frankreich).



Abb. 12. Online-Publikation «Der Pechkrebs der Föhre in Europa» erschienen in waldwissen.net im 2019.

4.6 Ringtest

Die WSL beteiligte sich zusammen mit 22 anderen Laboratorien aus Europa und Übersee im Rahmen der COST Action Pinestrength an einem Ringtest. Ziel war es, eine Standardmethode für den raschen Nachweis von *F. circinatum* aus infiziertem Pflanzenmaterial zu validieren. Die vielversprechenden Resultate wurden in einem wissenschaftlichen Artikel zusammengefasst, welcher in der wissenschaftlichen Zeitschrift Scientific Reports erschienen ist (Abb. 13; loos *et al.* 2019).

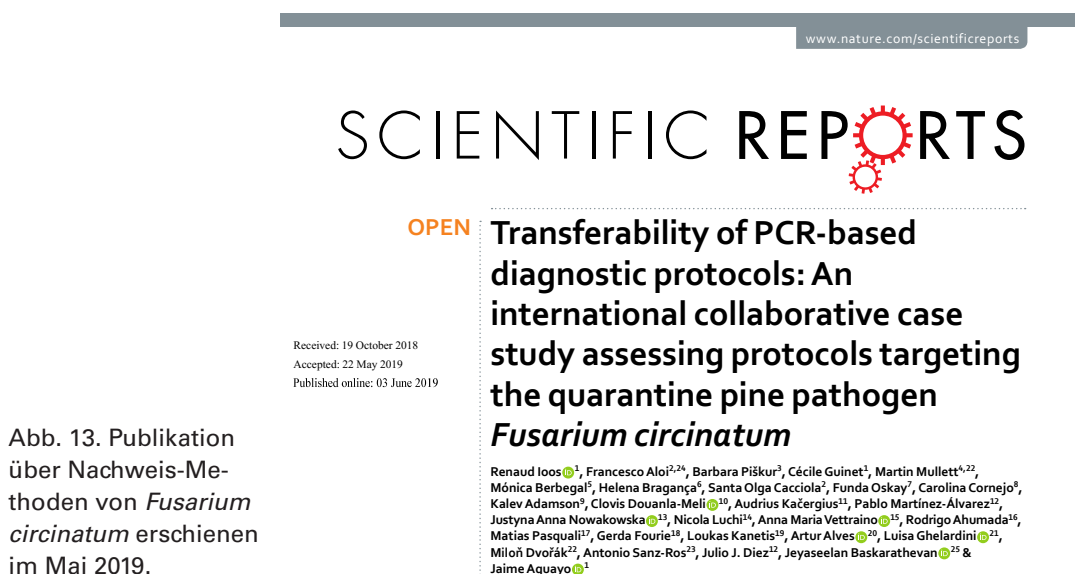


Abb. 13. Publikation über Nachweis-Methoden von *Fusarium circinatum* erschienen im Mai 2019.

4.7 Ausblick

Die Durchführbarkeit von Pathogenitätstest im Pflanzenschutzlabor Level 3 sowie, alternativ dazu, Infektionstests unter Freilandbedingungen in Spanien wurden überprüft. Von den beiden Möglichkeiten wären Freilandtests vorzuziehen. Gewächshaus-Tests können zwar wichtige Hinweise auf die Anfälligkeit von verschiedenen Provenienzen liefern, dauern aber meistens zu kurz (max. 3 Monate), um sich langsam entwickelnde Symptome an älteren Pflanzen zu beobachten. Zurzeit sehen wir aber von der Möglichkeit ab, Freilandversuche in Spanien durchzuführen, da die Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung für bereits laufende Versuche fehlt.

In der Schweiz, wie auch in der EU wird *Fusarium circinatum* als Quarantäneorganismus reguliert und es gilt Melde- und Bekämpfungspflicht. Es ist deshalb geplant, die Überwachung im Wald und in öffentlichen Grünflächen weiter zu führen, 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.

5 Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*)

Simone Prospero

Zusammenfassung

Im Jahr 2019 wurden 22 befallsverdächtige Kastanienbäume aus 11 Standorten in 7 Kantonen auf *Cryphonectria parasitica* untersucht. Die meisten dieser Bäume befanden sich ausserhalb der bekannten Befallsgebiete der Schweiz. Bei den Kontrollen in den Jungpflanzenbetrieben wurden keine Verdachtsfälle gemeldet.

Sechszehn Kastanienbäume waren tatsächlich 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 oder EU-2, und zu einem seltenen vc-Typ (EU-33).

Die befallenen Kastanienbäume wurden entweder entfernt, gesund geschnitten oder mit Hypovirus-infizierten *C. parasitica* Stämmen behandelt.

5.1 Proben und Resultate

Im Jahr 2019 wurden uns 22 befallsverdächtige Edelkastanien (*Castanea sativa*) von den kantonalen Forstdiensten und von Privatpersonen (z. B. Baumeigentümer, Baumpfleger) spontan gemeldet (Tab. 8). Die gemeldeten Bäume befanden sich in sieben Kantonen (BE, BS, FR, NW, SG, TI, und VD), in den meisten Fällen ausserhalb der bekannten Befallsgebiete (Tab. 8, Abb. 14).

In 20 Fällen handelte es sich um Bäume in Privatgärten oder Pflanzungen und in zwei Fällen um Bäume im Wald. Wie schon 2017 und 2018, wurden auch dieses Jahr keine befallsverdächtigen Kastanienpflanzen in Jungpflanzenbetrieben gemeldet. Von 20 Bäumen haben wir Rindenstücke für Laboranalysen bekommen und von zwei Bäu-

Herkunft:

- Garten
- ▲ Wald



Abb. 14. Standorte der 2019 auf *Cryphonectria parasitica* untersuchten Kastanienbäume.

men (Basel 1 und Brenles; Tab. 8) Fotos von Befallssymptomen. *Cryphonectria parasitica* konnte in 16 Fällen nachgewiesen werden (Tab. 8): In 14 Fällen dank erfolgreicher Isolierung aus den Rindenproben und in zwei Fällen (Basel 1 und Brenles) aufgrund der typischen Befallssymptome (Rindenkrebse mit Stromata) auf den Fotos. Bei sechs Bäumen (Basel 2, Basel 3, Goldach, Lussy und Villars-sous-Yens) konnte der Verdacht auf *C. parasitica* mittels Isolierung des Pilzes nicht bestätigt werden. Die Laboranalysen zeigten, dass alle 14 Kastanienbäume von denen *C. parasitica* isoliert wurde, von Hypovirus-freien Pilzstämmen befallen waren (Tab. 8).

Wie auch in den vergangenen Jahren, gehörten die meisten *C. parasitica* Stämme zu einem der in Mitteleuropa häufigsten VC-Typen, d.h. EU-1 und EU-2 (Tab. 8). Der Pilzstamm in der Pflanzung von Goldach (SG) gehörte zu einem in der Schweiz seltenen VC-Typ (EU-33). Da dieser VC-Typ eine französische Herkunft hat, wurde er wahrscheinlich mit infiziertem Pflanzenmaterial aus Frankreich eingeführt. Die befallenen Bäume in Kehrsiten, Uznach und Intragna wurden mit Hypovirus-infizierten Pilzstämmen behandelt. In Goldach, Gerolfingen, Basel 1 und Brenles wurde den Eigentümern empfohlen, die befallenen Bäume zu entfernen.

Tab. 8. Rindenproben, welche 2019 auf *Cryphonectria parasitica* untersucht wurden: Herkunft und Resultate der Laboranalysen.

Ort	Kanton	Fundort	Anzahl Bäume	C.p. positive ¹	CHV1 positive ²	VC-Typ(en) ³
Gerolfingen	BE	Pflanzung/Garten	1	1	0	nb
Basel 1	BS	Pflanzung/Garten	1	1	0	nb
Basel 2	BS	Pflanzung/Garten	1	0	-	-
Basel 3	BS	Pflanzung/Garten	1	0	-	-
Kehrsiten	NW	Pflanzung/Garten	2	2	0	EU-2
Goldach	SG	Pflanzung/Garten	8	6	0	EU-33
Uznach	SG	Pflanzung/Garten	4	4	0	EU-1, EU-2
Intragna	TI	Pflanzung/Garten	1	1	0	EU-2
Brenles	VD	Pflanzung/Garten	1	1	0	nb
Lussy	VD	Wald	1	0	-	-
Villars-sous-Yens	VD	Wald	1	0	-	-
Total	-	-	22	16	0	-

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 nb = nicht bestimmt.

5.2 Entwicklung 2012–2019

Wie schon in den zwei letzten Jahren, wurden auch 2019 keine befallsverdächtigen Kastanienpflanzen in Jungpflanzenbetrieben gemeldet, weder durch Concerplant noch von den Betrieben selber (Abb. 15). Alle 2019 gemeldeten Bäume stammten aus Privatgärten/Pflanzungen und Wäldern.

Die Zahlen des Jahres 2019 zeigen eine Stabilität bezüglich der Anzahl gemeldeter Standorte und Bäume pro Jahr (Abb. 16). Die meisten gemeldeten Bäume waren tatsächlich vom Kastanienrindenkrebs befallen. Die grosse Mehrheit der Rindenkrebse wurde von Hypovirus-freien *C. parasitica* Stämmen verursacht, welche in der Regel zu den in der Schweiz häufigen VC-Typen EU-1, EU-2, und EU-5 gehörten.

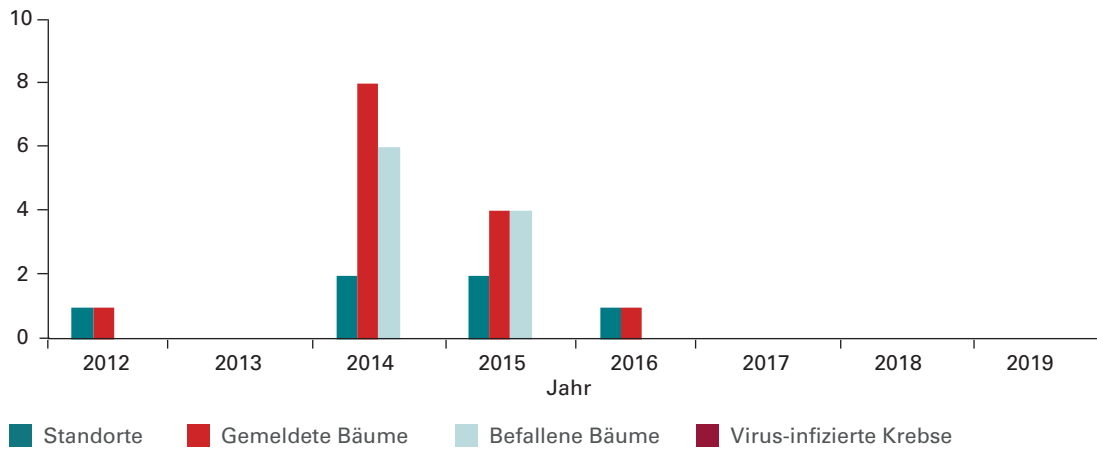


Abb. 15. Resultate der *Cryphonectria parasitica* Überwachung auf der Alpennordseite und im Wallis in Jungpflanzenbetrieben in der Periode 2012–2019.

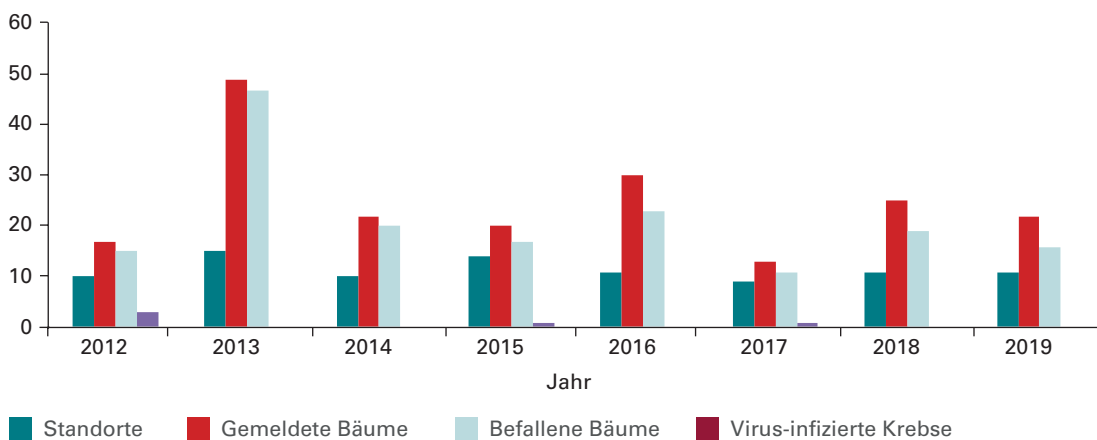


Abb. 16. Gemeldete Bäume aus Privatgärten, Pflanzungen und Wäldern mit Verdacht auf *Cryphonectria parasitica* auf der Alpennordseite und im Wallis in der Periode 2012–2019.

5.3 Ausblick

In den Artenlisten der PGesV-WBF-UVEK ist *C. parasitica* neu als geregelter Nicht-Quarantäneorganismus aufgeführt. Das Gleiche gilt für die meisten anderen europäischen Länder mit Ausnahme von Tschechien, Irland, Grossbritannien und Schweden, die als Schutzgebiet gelten und in denen *C. parasitica* weiterhin Quarantänestatus hat. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass der Kastanienrindenkrebs in Europa schon weit verbreitet ist und Quarantänemassnahmen in den meisten Fällen nicht mehr ziel-führend sind.

Die gesetzlichen Massnahmen bezüglich *C. parasitica* konzentrieren sich deshalb auf die Produktion und den Handel mit Jungpflanzen und sind in der PGesV-WBF-UVEK (Anhang 4) festgelegt. Kastanienpflanzen zu gewerblichen Zwecken unterstehen weiterhin dem europäischen Pflanzenpasssystem und dürfen nur gehandelt werden, wenn sie frei vom Kastanienrindenkrebs sind.

Obwohl *C. parasitica* nicht mehr zu den Quarantäneorganismen zählt, ist der Kastanienrindenkrebs nach wie vor eine ernst zu nehmende Krankheit für die Edelkastanie. In vielen Regionen Europas (u. a. auch im Tessin) werden die Auswirkungen des Kastanienrindenkrebs erfolgreich durch die Hypovirulenz vermindert. Die Hypovirulenz wirkt durch ein Pilzvirus, das den Erregerpilz des Kastanienrindenkrebses befällt und derart verändert, dass dieser den Kastanienbäumen nicht mehr gefährlich werden kann. Das Virus wird durch Myzelbrücken von Pilz zu Pilz übertragen und breitet sich besonders gut in Pilzpopulationen aus, die eine tiefe Diversität an VC-Typen aufweisen. Einschlep-

pungen von neuen VC-Typen, z.B. mit Jungpflanzen, könnten zu einem Anstieg der VC-Typen Diversität führen und sich negativ auf die Hypovirulenz auswirken. Die Krankheitssituation im Hinblick auf die Hypovirulenz und VC-Typen Diversität sollte deshalb periodisch überwacht werden.

5.4 Andere Aktivitäten

Im 2019 haben wir eine Studie über die Auswirkungen einer möglichen intraspezifischen Invasion von *C. parasitica* in Europa publiziert (DENNERT *et al.* 2019). In dieser Studie haben wir die Hypothesen geprüft, dass (i) aussereuropäische Stämme virulenter sind als die bereits in Europa vorhandenen Stämme, und (ii) die Variation der Virulenz zwischen den Stämmen innerhalb einheimischer Populationen höher ist als innerhalb eingeführten (invasiven) Populationen. Im Pflanzenschutzlabor der WSL wurden zweijährige Edelkastaniensämlinge mit *C. parasitica* Stämmen aus Südkorea, den USA und der Schweiz inokuliert und wöchentlich die Läsionsentwicklung und die Mortalität der Sämlinge aufgenommen. Zusätzlich wurden das Wachstum und die Sporenbildung der Stämme *in vitro* auf Agarmedium bei 15 und 24°C gemessen. Obwohl das Läsionswachstum bei allen Stämmen ähnlich war, starben Sämlinge, die mit südkoreanischen und schweizerischen Stämmen inokuliert wurden, schneller als Sämlinge, die mit Stämmen aus den USA inokuliert wurden. Zudem wuchsen *in vitro* Stämme aus Südkorea schneller und produzierten bei beiden Temperaturen mehr Sporen als die Stämme aus den anderen beiden Ländern. Die Ergebnisse der Studie unterstützen daher die beiden oben genannten Hypothesen nicht. Alle Stämme, unabhängig von ihrer Herkunft, waren hochvirulent an den inokulierten Kastaniensämlingen. Deswegen sollten die aktuellen Massnahmen zur Vermeidung der Einführung neuer Genotypen von *C. parasitica* in Europa weiter umgesetzt werden. Wie oben erwähnt, ist dies auch wichtig, um Einschleppungen neuer VC-Typen zu verhindern.

6 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 EPSD- und Concerplant-Kontrollen und Begehungen seitens Waldschutz Schweiz wurden im laufenden Berichtsjahr 32 Befälle von Braunflecken- und Rotbandkrankheit registriert. Die Anfragen waren 2019 einerseits angesichts des 2018 in Kraft getretenen Moduls 4: «Rotband- und Braunfleckenkrankheit» rückläufig, andererseits trug der trockene Herbst 2018 dazu bei, dass die Fruktifikation 2019 in der ersten Jahreshälfte relativ gering ausfiel.

Im Sommer 2019 wurden im Rahmen eines Fokusmonitorings alle bisher bekannten Standorte mit einem Befall oder Verdacht von *Dothistroma pini* aufgesucht und erneut beprobt. Ziel war es, ein aktuelles Bild des Befalls an diesen Standorten zu gewinnen. Insgesamt wurden an 17 Standorten 47 Bäume beprobt; 12 dieser 17 Standorte waren Teil des Föhrenmonitorings 2016 (1 Befall, 11 Verdachte). Insgesamt wurden acht Standorte mit einem Befall gefunden. Von den 12 Standorten des Föhrenmonitorings 2016 waren nur drei befallen.

Die Standorte des «Nationalen Monitoring von zwei besonders gefährlichen Föhrenkrankheiten 2016» wurden 2019 in die Übersicht integriert. Dadurch ergibt sich ein gesamtheitlicherer Blick auf die Befallslage in der Schweiz.

Mit dem Inkrafttreten der neuen Pflanzengesundheitsverordnungen (PGesV und PGesV-WBF-UVEK, SR 916.20 und SR 916.201), werden die Erreger der Rotband- und Braunfleckenkrankheit ab Januar 2020 nicht mehr als Quarantäneorganismen bezeichnet, sondern als geregelte Nicht-Quarantäneorganismen (GNQO). In der Schweiz sind die GNQO in der PGesV im Artikel 29 und in der Verordnung des WBF und des UVEK zur Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV-WBF-UVEK, SR 916.201) in den Artikel 4 bis 6 sowie den dazugehörigen Anhängen 3 und 4 geregelt. Im Anhang 4 derselben Verordnung sind Risikomanagementmassnahmen aufgeführt, die bei der Produktion von Pflanz- und Saatgut gegen diese Schadorganismen ergriffen werden müssen.

6.1 Braunfleckenkrankheit (*Lecanosticta acicola*)

Seit dem Erstfund an Bergföhren 1995 aus Zollikon (Kanton Zürich) und seit dem Beginn des Monitorings ab 2009 wurden in der Schweiz bis Ende 2018 insgesamt 358 Befallsherde gefunden (Abb. 17). Dabei wurden zwei Fälle zum selben Befallsherd gezählt, falls sie nicht weiter als 100 m auseinanderlagen. Bei einer grösseren Distanz, wurde ein neuer Befallsherd definiert.

Im aktuellen Berichtsjahr wurden sechs neue positive Fälle von Braunfleckenkrankheit entdeckt (Kantone BE, ZH, ZG): Bei allen sechs handelte es sich um neue Krankheitsherde, wobei die Funde im Kanton Zug zum selben Befallsherd gezählt werden (Abb. 18, Abb. 17). Bei allen sechs neuen Befällen handelte es sich um Bäume ausserhalb des Waldes.

Das Wirtsspektrum der Braunfleckenkrankheit umfasst in der Schweiz diverse *Pinus*-Arten (Abb. 19).

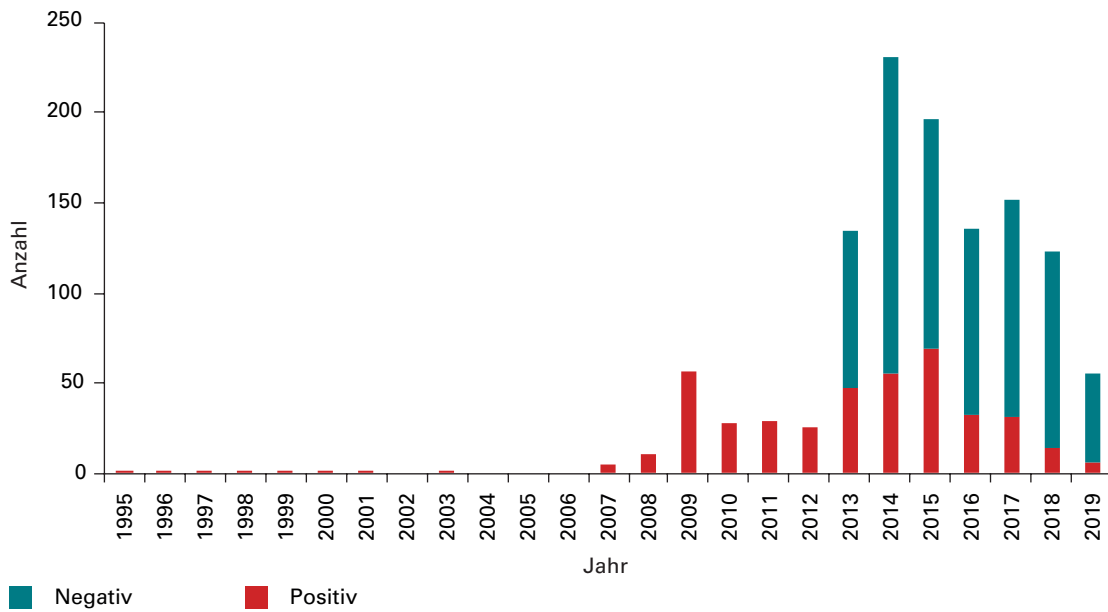


Abb. 17. Entwicklung der Anzahl auf Braunfleckenkrankheit untersuchter Föhrenproben und des Anteils positiver Befunde aus dem WSS Melde- und Beratungswesen. (Die beiden Föhrenmonitoring von DUBACH *et al.* 2016 und BEENKEN *et al.* 2018 wurden nicht in diese Grafik einbezogen. Vor 2013 wurden negative Befunde nicht registriert).

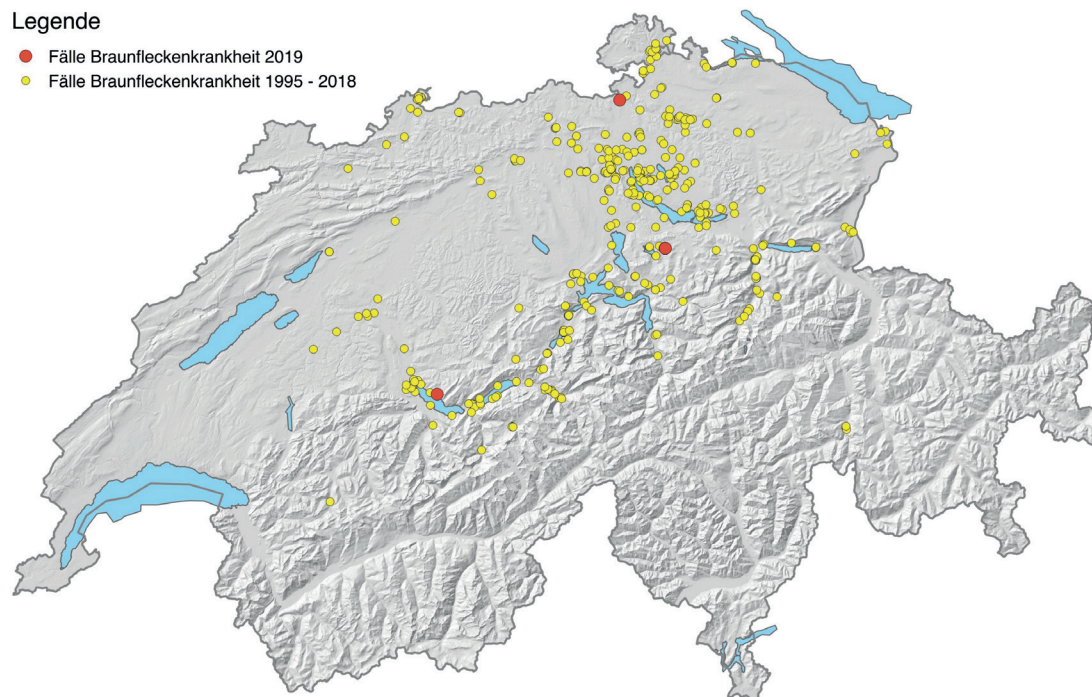
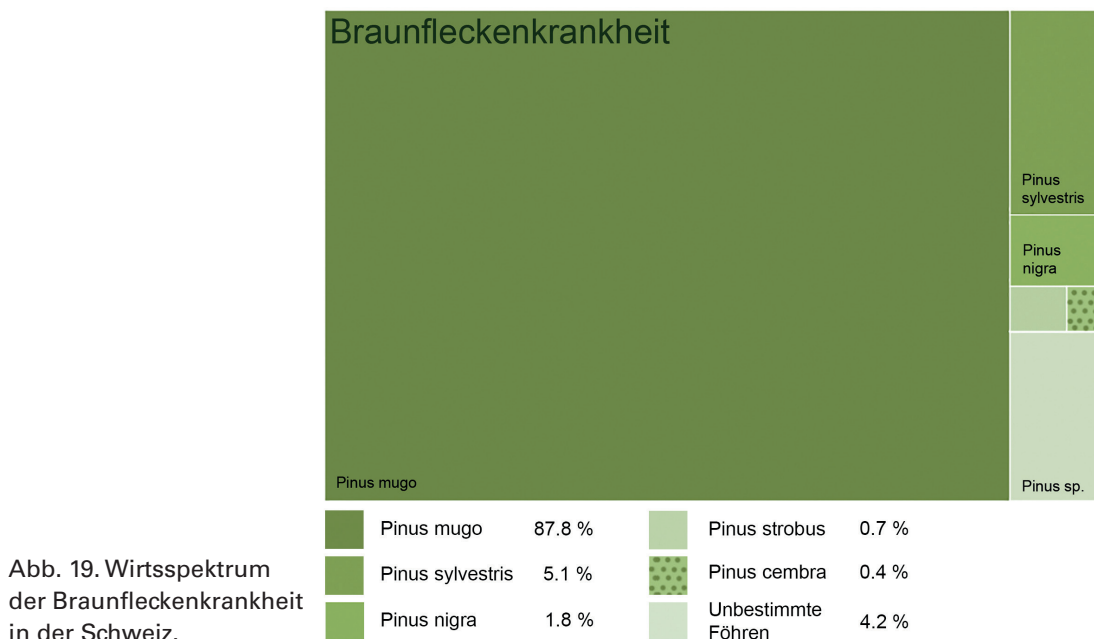


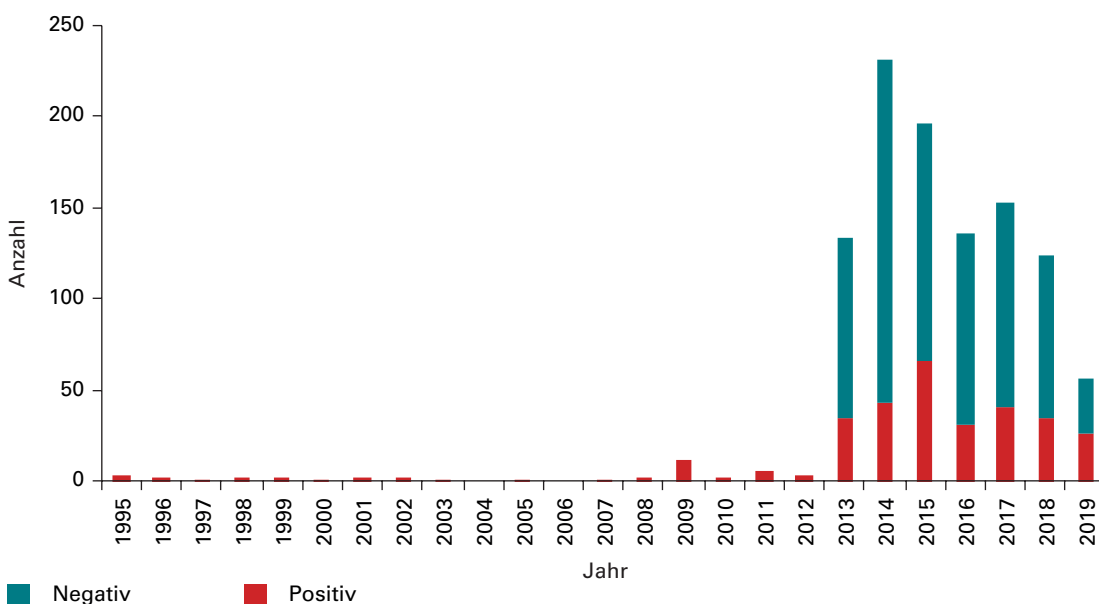
Abb. 18. Die geographische Verteilung der Braunfleckenkrankheit: Neufunde 2019 (rot) sowie bereits bekannte Fälle 1995–2019 (gelb). Befallene Standorte aus dem «Nationalen Monitoring von zwei besonders gefährlichen Föhrenkrankheiten 2016» sind integriert.



6.2 Rotbandkrankheit (*Dothistroma* spp.)

Seit dem Erstfund auf Bergföhren in Birmensdorf (Kanton Zürich) von 1989 und dem Beginn des Monitorings 2009 sind in der Schweiz bis Ende 2019 insgesamt 323 Krankheitsherde gefunden worden (Abb. 20). Die Definition eines Befallsherdes ist dabei dieselbe wie für die Braunfleckenkrankheit.

Im aktuellen Berichtsjahr wurden 26 neue positive Fälle von Rotbandkrankheit entdeckt: 16 neue Krankheitsherde und dazu neue kranke Föhren bei zehn bekannten Krankheitsherden (Abb. 20 und 21). Es sind 17 Fälle mit *D. septosporum*, neun mit *D. pini* (davon ein Doppelbefall mit Braunfleckenkrankheit). Dreimal traten beide *Dothistroma*-Arten gleichzeitig auf. In weiteren zwei Fällen wurde die Art nicht genauer bestimmt.



Legende

- Fälle Rotbandkrankheit 2019
- Fälle Rotbandkrankheit 1989 - 2018

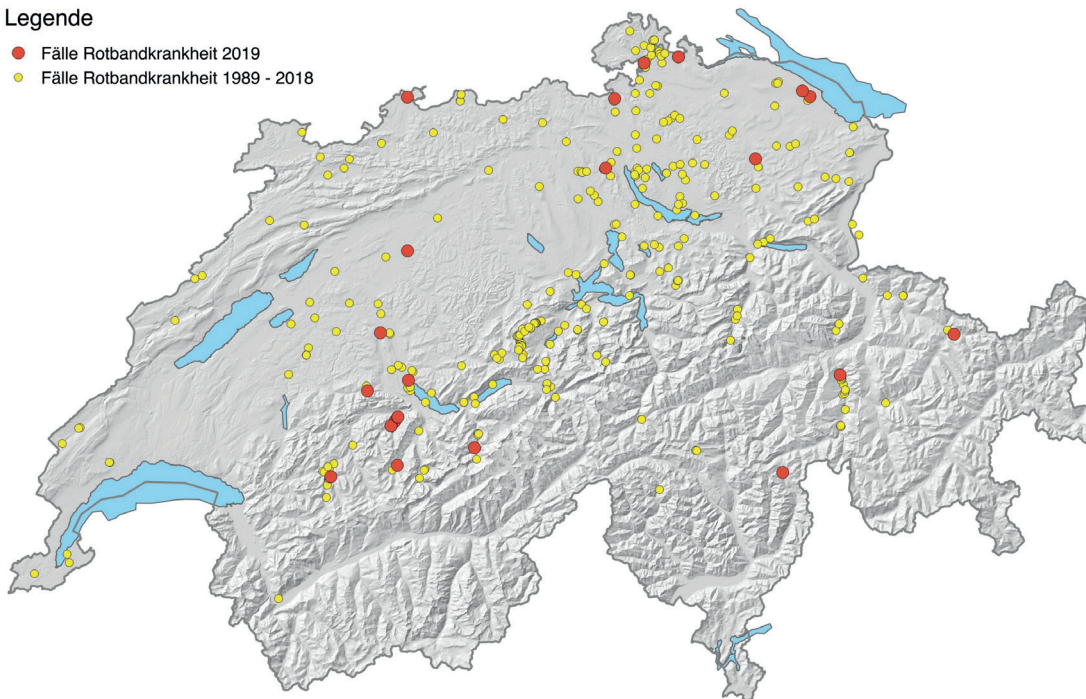


Abb. 21. Die geographische Verteilung der Rotbandkrankheit: Neufunde 2019 (rot) sowie bereits bekannte Fälle 1989–2018 (gelb). Befallene Standorte aus dem «Nationalen Monitoring von zwei besonders gefährlichen Föhrenkrankheiten 2016» sind integriert.

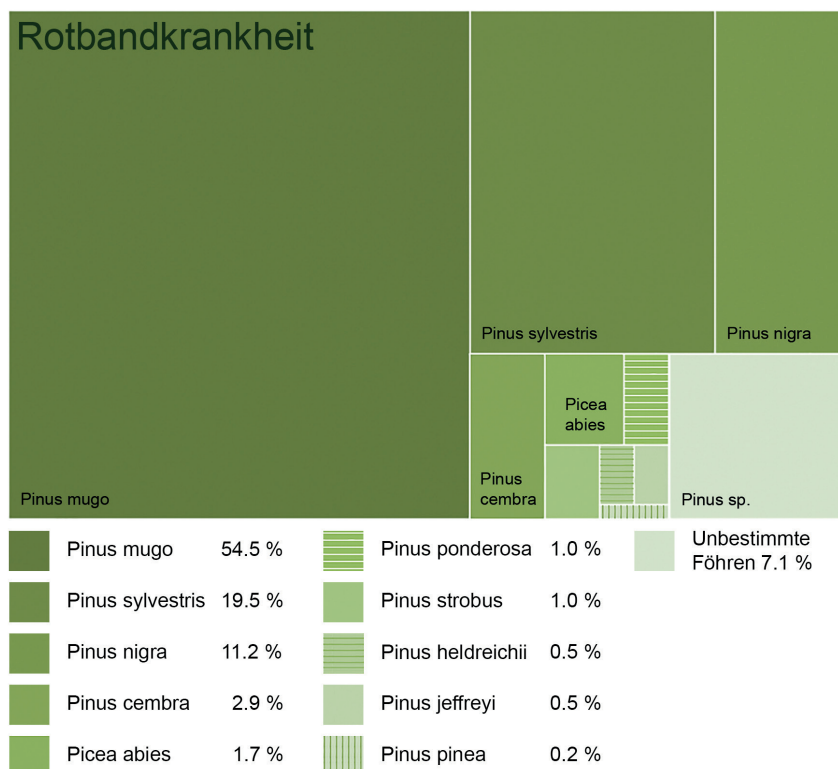


Abb. 22. Wirtsspektrum der Rotbandkrankheit in der Schweiz.

Das Wirtsspektrum der Rotbandkrankheit umfasst in der Schweiz zahlreiche *Pinus*-Arten sowie *Picea abies* (Abb. 22).

Im vorliegenden Berichtsjahr traten keine neuen Fälle von Rotbandkrankheit an Fichte auf.

Anfragen 2018–2019

Die Zahl der Anfragen bezüglich Rotband- und Braunfleckenkrankheit war 2019 rückläufig. Dieser Rückgang ist angesichts des 2018 in Kraft getretenen Moduls 4 «Rotband- und Braunfleckenkrankheit», im Zuge dessen in einem Grossteil der Schweiz die Melde- und Tilgungspflicht aufgehoben wurde, nicht erstaunlich. Auch der trockene Sommer-Herbst 2018 trug dazu bei. Ein Grossteil der Nadeln wurde bereits vor dem Winter geschüttet, weshalb auf vielen Bäumen wenig Symptome sichtbar waren. Der Anteil an positiven Befunden der Braunfleckenkrankheit ist ebenfalls gesunken, von vormals 11 Prozent auf 6 Prozent. Bei der Rotbandkrankheit ist der Anteil an positiven Befunden zwar leicht zurückgegangen, mit 26 Prozent Positiven verbleibt er jedoch auf relativ hohem Niveau (Abb. 20).

6.3 Fokusmonitoring 2019: *Dothistroma pini*

Im Sommer 2019 wurden alle bisher bekannten Standorte mit einem Befall oder einem Befallsverdacht von *Dothistroma pini* aufgesucht und erneut beprobt. Ziel war es, ein aktuelles Bild des Befalls an diesen Standorten zu gewinnen.

An jedem Standort wurden alle symptomatischen, oder in sonst einer Weise auffälligen Bäume beprobt. Die Zahl der untersuchten Bäume variierte demnach je nach Standort. Auf Standorten, auf denen der Befall getilgt worden war, wurden die umliegenden Bäume untersucht. Bei unzugänglichen Bäumen oder Beständen musste teilweise auf Proben aus der Streuschicht ausgewichen werden.

Insgesamt wurden an 17 Standorten 47 Bäume beprobt und 101 Einzelproben molekular untersucht. 12 dieser 17 Standorte waren Teil des Föhrenmonitorings 2016. Bis auf einen Standort mit nachgewiesenem Befall, handelte es sich um Verdachtsmomente.

Das Baumartenspektrum umfasste verschiedene *Pinus*-Arten (Tab. 9).

Tab. 9. Fokusmonitoring 2019: *Dothistroma pini* – Übersicht beprobter Baumarten und Diagnostikbefunde.

Baumart	Total untersuchter Bäume	Anzahl befallene Bäume mit RBKp	Anzahl befallene Bäume mit RBKs	Befallene Bäume mit BFK
<i>Pinus nigra</i>	10	8	0	0
<i>Pinus mugo</i>	19	2	6	2
<i>Pinus sylvestris</i>	14	0	0	0
<i>Pinus cembra</i>	3	0	1	0
<i>Pinus ponderosa</i>	1	1	0	0
Total	47	11	7	2

RBKp = *Dothistroma pini* / RBKs = *Dothistroma septosporum* / BFK = *Lecanosticta acicola*

Es wurden elf Bäume mit *D. pini*-Befall gefunden. Insgesamt wiesen acht Standorte einen Befall auf. Daneben waren sieben Bäume auf drei Standorten mit *D. septosporum*, und zwei Bäume auf einem Standort mit *Lecanosticta acicola* infiziert, wobei es je einen Doppelbefall von *D. pini* mit *D. septosporum* und *L. acicola* gab. Bei 28 Bäumen konnte kein Befall festgestellt werden.

Abbildung 23 gibt einen Überblick über die aktuelle Befallslage von *D. pini* in der Schweiz. Am häufigsten von einem *D. pini*-Befall betroffen waren Schwarzföhren (*Pinus nigra*).

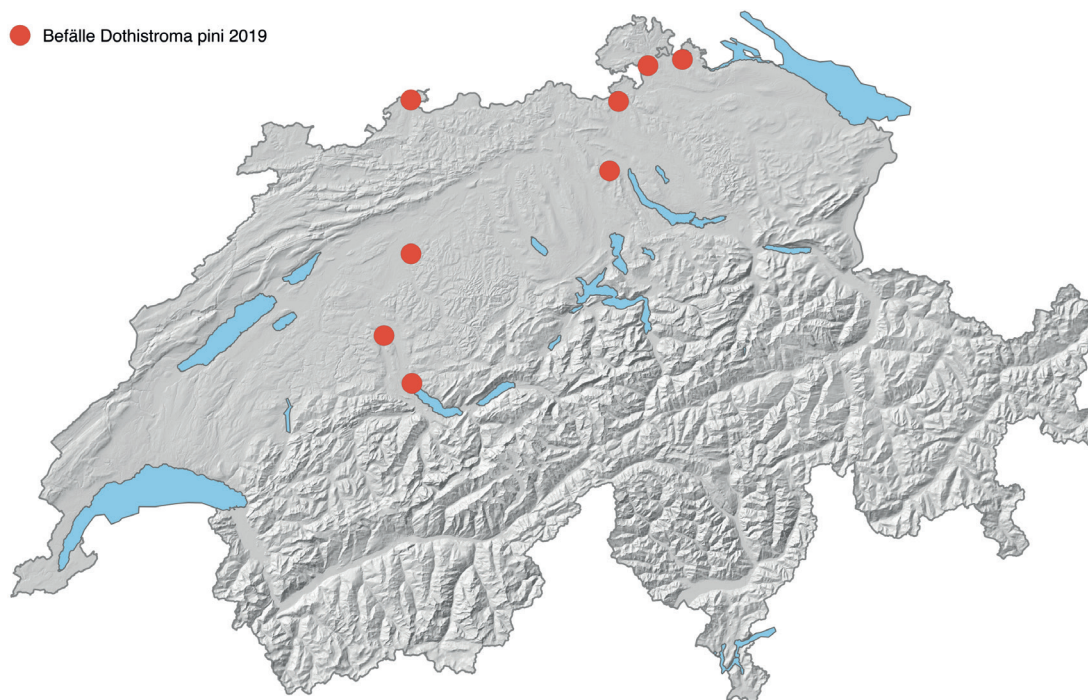


Abb. 23. Fokusmonitoring *Dothistroma pini* 2019: Befälle. Die Karte zeigt den aktuell bekannten Befallsstand von *D. pini* in der Schweiz.

Schlussfolgerungen

Während alle fünf, aus dem Meldewesen bekannten Standorte weiterhin einen Befall zeigten, konnte *D. pini* nur auf drei der 12 Standorte, auf denen der Erreger im Rahmen des Föhrenmonitorings 2016 gefunden wurde, bestätigt werden. Auf einem dieser 12 Standorte waren die Bäume getilgt worden. Dennoch bleibt die Zahl von erneut bestätigten Befällen auffällig tief.

Da es sich bei vielen der aus dem Föhrenmonitoring 2016 bekannten Standorte um Verdachtsfälle anstelle von sicheren Befallsherden handelte, kann das nun vorliegende Resultat einerseits als Hinweis auf damalige diagnostische Herausforderungen verstanden werden. Mit dem inzwischen verbesserten molekularen Nachweis haben sich 2019 die meisten Verdachtsmomente von 2016 nicht als Befall bestätigt. Nur in einem einzigen Fall bestätigte sich ein Verdacht als Befall. Der einzige Befall aus dem Monitoring 2016 wurde erneut nachgewiesen.

Da die Standorte im Rahmen des diesjährigen Monitorings einzeln begutachtet und alle symptomatischen Bäume beprobt wurden, kann davon ausgegangen werden, dass die Krankheit festgestellt wurde, wenn sie präsent war – im Gegensatz zu einer Zufallsbeprobung, bei der ein einzelner symptomatischer Baum analysiert wird.

Die Tatsache, dass *D. pini* trotz vorgängigem Verdacht oder Befall nicht mehr gefunden wurde, kann deshalb als Hinweis darauf gedeutet werden, dass sich *D. pini* in direkter Konkurrenz mit anderen Krankheiten nicht gut behaupten kann. Damit erhärtet sich der Verdacht, dass kein grosses Gefahrenpotential von *D. pini* ausgeht.

6.4 Andere Probleme an Föhrennadeln

Dieses Jahr wurde keine auffällige Häufung von anderen Föhrennadelkrankheiten festgestellt (Abb. 24). Der Anteil an als «übrige» klassifizierten Fällen war vergleichsweise gross. Das lag unter anderem an abiotischen Einflüssen, welche in einer Schwächung des Baumes resultierten und zu Sekundärerkrankungen führten.

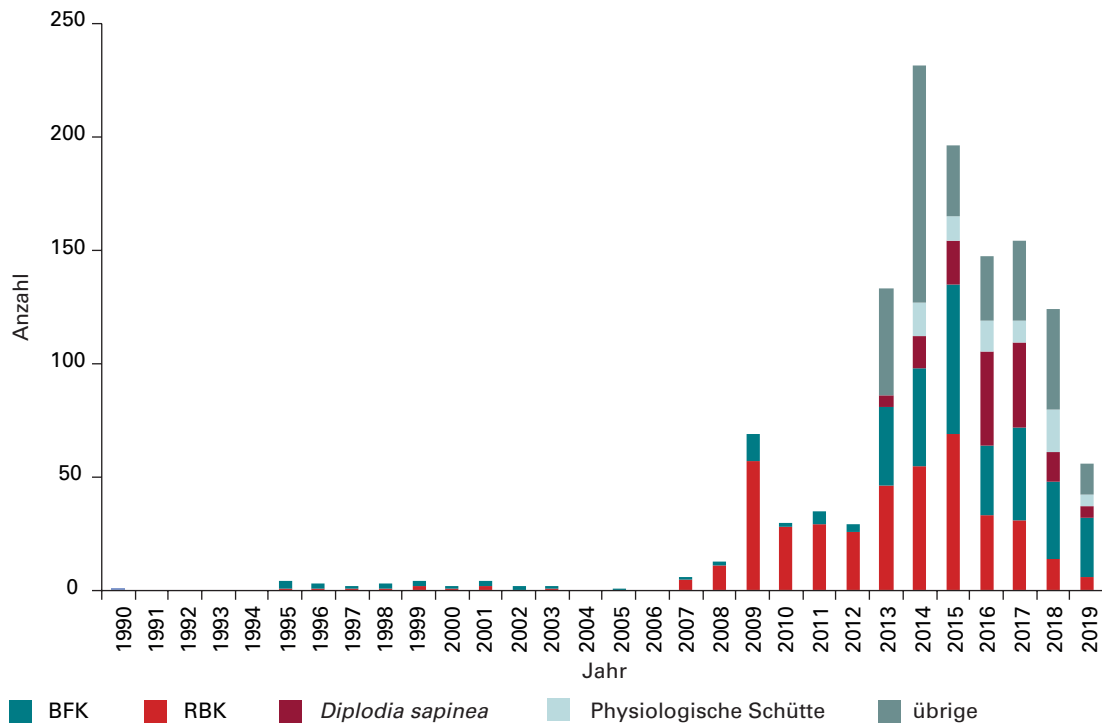


Abb. 24. Entwicklung der Meldungen zu Föhrenkrankheiten und Anteile der häufigsten Probleme. (Die beiden Föhrenmonitorings von 2016 und 2018 wurden nicht in diese Grafik einbezogen).

6.5 Ausblick

Im Bezug auf die Föhrennadelkrankheiten gilt es, die Lage weiterhin im Auge zu behalten. Insbesondere die Entwicklung von *Dothistroma*-Erkrankungen der Fichte sowie eine mögliche Ausbreitung in bisher nicht betroffene Bestände (z. B. höher gelegene Arvenbestände) sollten Teil dieser Beobachtungen sein.

7 Andere Quarantänekrankheiten

Vivanne Dubach

Zusammenfassung

Im Tessin existieren weiterhin Befallsherde des Platanenkrebsses (*Ceratocystis platani*). Im Rahmen eines Spezialmonitorings des Tessiner Pflanzenschutzdienstes wurden 13 befallene Bäume und ein Verdachts-Baum auf 11 Standorten festgestellt. Der Rest der Schweiz gilt als befallsfrei.

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

7.1 Platanenkrebs (*Ceratocystis platani*)

Nach dem Überblick (Auftrag der GEQ – Groupe d'experts en quarantaine des Bundes) über die Befallslage von 2018, wurde 2019 im Kanton Tessin ein Monitoring vom kantonalen Pflanzenschutzdienst durchgeführt. Dabei wurden alle Standorte von 2018 nachkontrolliert sowie neu unter Verdacht stehende Standorte überprüft. Insgesamt wurden 20 Bäume an 11 Standorten untersucht. Davon waren 13 von *C. platani* befallen. Bei einem Baum konnte auch mit molekularer Labor-Methode der Verdacht nicht mit Sicherheit ausgeräumt werden.

Tabelle 10 gibt den aktuellen Stand der Situation im Tessin wieder. Die gefundenen Befälle sowie der Baum mit Verdacht werden voraussichtlich im Winter 2019/20 getilgt.

Aus anderen Gebieten gingen insgesamt drei Verdachtsfälle von *C. platani* bei Waldschutz Schweiz ein (Kantone SO, ZH). Keiner davon erwies sich als positiv. Auch in Genf ist laut HEPIA (François Lefort, persönliche Mitteilung) kein Fall von Platanenkrebs aufgetreten. Somit ist das Tessin weiterhin Befallsgebiet, während der Rest der Schweiz als befallsfrei gilt.

7.2 Pappelblattrost (*Melampsora medusae*)

In Europa bestätigt die EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) die Anwesenheit von *Melampsora medusae* nur für Portugal und Frankreich. In Portugal ist hauptsächlich der Süden betroffen, in Frankreich wurde vereinzelt ein Ausbruch in einer Baumschule registriert.

In der Schweiz analysierte Waldschutz Schweiz 2019 17 Proben mit Pappelrost. Sie stammten aus den Kantonen ZH (7), TG (5), GR (3) und BS (2). Die mikroskopische und im Zweifelsfall molekulare Analyse zeigte, dass es sich stets um einen einheimischen Pappelrosterreger handelte. Von 17 Proben waren 16 mit *M. larici-populina* und 2 mit *M. allii-populina* befallen. Die beiden Pilze traten in einem Fall auf derselben Probe auf. Somit gilt die Schweiz hinsichtlich des Vorkommens von *M. medusae* bis heute als befallsfrei.

Tab. 10. Registrierte Platanenkrebsfälle im Tessin (1986–2019).

Datum	Standort Name	Standort		Anzahl Platanen mit <i>C. platani</i>
		x	y	
1986	Balerna, Novazzano	NA		Mehrere
1988	Alle Gemeinden	NA		720
1990	Alle Gemeinden	NA		704
1992	Alle Gemeinden	NA		676
1992	Ascona	702805	112210	3
1993	Ascona	Stadt		2
01.02.05	Gordola	Parzelle 4154		17
14.11.05	Carabietta	Flurkarte 212		2
17.12.08	Muzzano	Autobahnraststätte		2
01.02.09	Caslano	Am Seeufer		Mehrere
17.07.09	Bedigliora	Bei der Mittelschule		1
17.07.09	Magliaso	Herr Erni		2
26.10.12	Gordola	712710	93670	1
11.06.18	Ponte Tresa	709890	91807	0
11.06.18	Ronco Regina	709381	92258	0
11.06.18	Madonna del piano	708113	93676	0
11.06.18	Bioggio	714149	97251	0
10.07.18	Cureglia	717064	99096	1
10.07.18	Lamone-Ostarietta	715312	100146	1
21.08.19	Ponte Tresa	709890	91807	0
21.08.19	Bioggio	714149	97251	0
21.08.19	Cureglia	717064	99096	0
21.08.19	Lugano-Nord Monda	715342	98393	0
01.09.19	Lamone-Ostarietta	715312	100146	1 (Verdacht)
01.09.19	Lugano-Nord Gerbon	715590	98051	1
01.09.19	Riazzino	712201	114502	1
01.09.19	Agno	713182	94668	1
01.09.19	Platanenallee Molinazzo	714826	97062	2
01.09.19	Ronco Regina	709381	92258	3
01.09.19	Madonna del piano	708113	93676	5

7.3 Ausblick

Die beiden Organismen *Ceratocystis platani* und *Melampsora medusae* sollten weiterhin beobachtet, und mittels Tilgungen bekämpft werden.

Dossierverantwortlich für das Monitoring des Platanenrindenkrebses sind ab Januar 2020 die kantonalen Pflanzenschutzdienste, da es sich bei der Platane nicht um einen Waldbaum handelt. Waldschutz Schweiz und die Gruppe Phytopathologie der WSL analysieren und bestätigen jedoch weiterhin Proben bzw. Befälle.

8 Früherkennung von potenziellen Schadorganismen

Ludwig Beenken

Zusammenfassung

Für die Früherkennung von Schadorganismen, die in die Schweiz eingeschleppt und für den Wald gefährlich werden könnten, wurden Publikationen und Berichte in Fachzeitschrift und der EPPO Datenbank ausgewertet. Dabei konnten drei Insekten und ein Pilz als neue potenzielle Schadorganismen für die Schweiz identifiziert werden.

Neben diesen schon unter Beobachtung stehenden Organismen, treten aber auch bisher unbekannt auf. Vier neue Pilze zählen dazu. So wurde 2019 *Erysiphe corylacearum*, ein aus Asien stammender Mehltaupilz auf Hasel, für die Schweiz und Mitteleuropa erstmals nachgewiesen.

8.1 Potentielle Schadorganismen, die noch nicht in der Schweiz sind

Infolge des globalen Handels und Verkehrs besteht die Gefahr, dass gebietsfremde Schadorganismen neu nach Europa und so auch in die Schweiz eingeschleppt werden. Schon in Europa vorhandene Schadorganismen können auch von selbst in die Schweiz einwandern. Um darauf frühzeitig reagieren zu können, ist es wichtig, zu wissen, welche Organismen potenziell eingeschleppt werden könnten und auf welchem Wege dieses geschehen kann.

Zu diesem Zweck wurde von Waldschutz Schweiz eine Liste von Schadorganismen erstellt, die für den Wald und Bäume in der Schweiz besonders relevant werden könnten. Die EPPO Listen A1, A2 und Alert List (Vorwarnliste) wurden hierfür nach Arten durchsucht, die noch nicht in der Schweiz vorkommen. Die Daten zu den Organismen stammen aus der EPPO Global Database (<https://gd.eppo.int>) und den dort veröffentlichten Dokumenten.

Folgende in der EPPO Datendank gelistete Schadorganismen sind in der PGesV-WBF-UVEK nicht aufgeführt. Sie könnten aber für den Wald der Schweiz in naher Zukunft eine Rolle spielen, da sie schon im nahen Ausland aufgetreten sind.

Insekten

Agrilus bilineatus – Nordamerikanischer Kastanien-Bohrer

EPPO-Status: A2 Liste

Vorkommen: Ursprung Nordamerika, Funde 2013 und 2016 im europäischen Teil der Türkei.

Wirtsbäume: Eiche (*Quercus* spp.), Kastanie (*Castanea* spp.)

Schäden: Larve frisst unter der Rinde, Absterben von Ästen und ganzen Bäumen.

Verbreitungswege: Holz in jeglicher Form, Pflanzen. Flug und Verdriftung durch Wind.

Kommentar: Wie alle Prachtkäfer (z. B. Eschenprachtkäfer) hat auch *A. bilineatus* ein grosses Schadpotenzial. Sollte er eingeschleppt werden, stellt er insbesondere für die schon durch Kastanienrindenkrebs geschwächten Edelkastanien aber auch für die heimischen Eichenarten eine grosse Gefahr dar. In Nordamerika gepflanzte europäische Stieleichen (*Quercus robur*) starben nach Befall ab.

Trichoferus campestris – Samt-Bockkäfer

EPPO-Status: A2 Liste

Vorkommen: Ursprung Asien, in Nordamerika und in vielen osteuropäischen Ländern eingeschleppt; Einzelfunde in Deutschland getilgt, in Italien abgefangen.

Wirtsbäume: Nadel- und Laubbäume (Robinie, Birken, Eschen, Weiden, Pappeln)

Schäden: Absterben ganzer Bäume.

Verbreitungswege: Holz, Verpackungsholz

Kommentar: Durch die Vorkommen in EU-Ländern ist eine Einschleppung nicht unwahrscheinlich.

Takahashia japonica – Japanische Schnur-Schildlaus

EPPO-Status: Keine Kategorisierung

Vorkommen: Ursprung Asien, Japan. In Europa seit 2017 mindestens drei Funde rund um Mailand in Italien auf verschiedenen Baumarten. 2018 Fund auf importierter Magnolie in England.

Wirtsbäume: *Acer pseudoplatanus*, *Albizia julibrissin*, *Carpinus betulus*, *Celtis australis*, *Liquidambar styraciflua*, *Morus nigra* und *Magnolia* sp.

Schäden: Keine grösseren Schäden gemeldet. Könnte wie andere Pflanzenläuse als Vektor für pathogene Viren und Bakterien dienen.

Verbreitungswege: Wahrscheinlich mit lebenden Pflanzen.

Kommentar: Die italienischen Vorkommen sind nahe der Schweizer Grenze. Im Tessin sollte auf die Art geachtet werden.

Pilze***Heterobasidion irregulare*** – Nordamerikanischer Wurzelschwamm

EPPO-Status: A2 Liste

Vorkommen: Ursprung Nordamerika, in Europa in Italien auf *Pinus pinea*.

Wirtsbäume: Föhre, Tanne, weniger Fichte und Lärche

Schäden: Wurzelfäule

Verbreitungswege: Lebende Pflanzen, Holz. Im Bestand durch Wurzelkontakt.

Kommentar: Der Pilz *Heterobasidion irregulare* scheint in Italien aggressiver als der heimischen *H. annosum* zu sein. Er kann mit dem heimischen *H. annosum* hybridisieren, so dass neue Stämme mit neuen, gefährlicheren Eigenschaften entstehen könnten.**8.2 Pathogene Pilze, die vor kurzem in der Schweiz aufgetaucht sind**

In den letzten Jahren wurden neue Pilze in der Schweiz entdeckt, die mehr oder weniger starke Schäden an Waldbäumen verursachen. Es war aber nicht klar ob diese Pilze wirklich gebietsfremd oder heimisch sind und bisher nur übersehen wurden. Gerade, wenn die Symptome nicht sehr auffällig sind oder leicht mit denen anderer Schadorganismen verwechselt werden können, ist Letzteres möglich. Für die Risikobewertung eines Pathogens ist aber die genaue Identifizierung und das Wissen um seine Herkunft und Verbreitung entscheidend.

Im Labor von Waldschutz Schweiz wurden dafür vier neu in der Schweiz aufgetauchte Pilze eingehend mikroskopisch untersucht und wenn möglich in Kultur genommen. Im Phytopathologie-Labor wurden die entsprechenden molekularen Untersuchungen gemacht, um die Pilze über ihre DNA-Sequenzen zu identifizieren. Für die Herkunftsrecherche wurden Fachliteratur und Experten konsultiert. Es hat sich herausgestellt, dass alle vier Pilze offensichtlich in die Schweiz eingeschleppt wurden, auch wenn bei *Petrakia liobae* und dem Pilz auf Fichtenkätzchen nicht bekannt ist, woher sie ursprünglich stammen. Letztere konnte weder auf die Art noch die Gattung bestimmt werden.

Neue *Petrakia*-Arten in der Schweiz

Seit 2008 wird in der Schweiz eine neuartige Blattfleckenkrankheit der Buche beobachtet. Sie wurde vorerst als *Pseudodidymella fagi* identifiziert, eine Art die aus Japan stammt (GROSS *et al.* 2017; QUELOZ und DUBACH 2018). Bei weitergehenden molekulare Untersuchungen unter Einbeziehung neuer genetischer Marker stellte sich jetzt heraus, dass es sich bei den europäischen Funden um eine neue eigenständige Art handelt, die in die Gattung *Petrakia* gehört und von uns als «*Petrakia liobae*» neu beschrieben wird (BEENKEN *et al.* 2020). Somit handelt es sich nicht um einen aus Japan eingeschleppten Pilz, sondern um einen neuen, dessen Ursprung unklar ist.

Petrakia deviata ist nahe mit der «*P. liobae*» verwandt und verursacht Blattnekrosen auf Feld- und Spitzahorn. Ursprünglich aus dem Kaukasus stammend, wurde sie seit 2013 in der Schweiz im Kanton Zürich mehrfach gefunden (GROSS *et al.* 2017). Verwechselt werden könnte sie mit der heimischen *Petrakia echinata*, die aber auf Bergahorn vorkommt und andere Makrokonidien hat.

Alle *Petrakia*-Arten rufen Nekrosen auf lebenden Blättern hervor und können zu vorzeitigem Blattfall führen. So mindern sie die Photosyntheseleistung der befallenen Bäume. Nennenswerte ökonomische Schäden sind aber bisher nicht bekannt.

Petrakia deviata Petr.

EPPO-Staus: Keine Kategorisierung

Vorkommen: Kaukasus, in der Schweiz seit 2013, mehrere Funde im Kanton Zürich.

Wirtsbäume: hauptsächlich Spitzahorn (*Acer platanoides*), seltener Feldahorn, (*A. campestre*)

Schäden: Blattfleckenkrankheit, Blattnekrosen, vorzeitiger Blattfall.

Verbreitungswege: Pflanzen, Blätter

Kommentar: Schäden sind bisher nicht von Bedeutung.

Petrakia liobae = *Pseudodidymella fagi* C.Z. Wei, Y. Harada und Katum. ss. GROSS *et al.* 2017, QUELOZ und DUBACH 2018

EPPO-Status: Keine Kategorisierung (unter *Pseudodidymella fagi*)

Vorkommen: Ursprung unbekannt, in der Schweiz seit 2008, bis jetzt auch in Frankreich, Deutschland, Österreich, Slowenien und der Slowakei nachgewiesen.

Wirtsbäume: Buche

Schäden: Blattfleckenkrankheit, Blattnekrosen, vorzeitiger Blattfall.

Verbreitungswege: Pflanzen, Blätter

Kommentar: Schäden sind bisher nicht von Bedeutung.

Neuer Mehltau auf Hasel

Dieses Jahr wurde von Amateur-Mykologen im Tessin bei Sonvico nördlich von Lugano ein für die Schweiz noch unbekannter Mehltau auf Haselnussblättern gefunden und an Waldschutz Schweiz übergeben. Die morphologische und molekulare Identifikation ergab, dass es sich um *Erysiphe corylacearum* handelt. Dieser Pilz ist bei der EPPO nicht kategorisiert. In der Türkei und Georgien schädigt er Haselnussplantagen.

Erysiphe corylacearum U. Braun und S. Takam.

EPPO-Staus: Keine Kategorisierung

Vorkommen: Ursprung Asien, eingeschleppt in der Ukraine, Türkei, Georgien und Iran. 2019 im Tessin bei Lugano erstmals für die Schweiz und Mitteleuropa nachgewiesen.

Wirtsbäume: Hasel (*Corylus* spp., *C. avellana*)

Schäden: Mehltau-Pilz, Blattschäden

Verbreitungs-
wege: Pflanzen, Blätter
Kommentar: Erst an wenigen Haseln bei Lugano gefunden, muss weiter beobachtet werden.

Unbekannter Ascomycet auf den männlichen Zapfen der Fichte

Im Frühjahr 2018 wurde auf den männlichen Zapfen einer auf dem WSL-Gelände angepflanzten Himalayafichte (*Picea smithiana*) ein neuer Pilz gefunden. Inzwischen konnte der Pilz auch auf der heimischen Fichte (*P. abies*) und der Serbischen Fichte (*P. omorika*) an mehreren Stellen in der Schweiz (GR, JR, TI, VS, ZH) nachgewiesen werden. Meist handelte es sich dabei um einzelne, alte, auf Weiden stehende Bäume. Der Pilz befällt offensichtlich nur die männlichen Zapfen und mumifiziert diese durch sein Myzel. Die Pollenkörner werden von den Pilzhypen durchwachsen und abgetötet. Im zeitigen Frühjahr finden sich auf den männlichen Zapfen viele becherförmigen Fruchtkörper (Apothecien), die Sporen produzieren und so wieder junge männliche Zapfen infizieren. Der auffällige Pilz gehört zu den Ascomyceten, und nach ersten molekularen Untersuchungen dort zu der Familie Sclerotiniaceae, Ordnung Helotiales. Er konnte aber keiner Art und Gattung zugeordnet werden. Weder Literaturrecherchen noch Befragung von Experten für diese Pilzgruppe führten zu einem Namen. Daher vermuten wir, dass es sich um eine bisher unbeschriebene Art und Gattung handelt. Eine direkte Schädigung der Bäume findet nicht statt, da der Pilz nur die männlichen Zapfen befällt. Da nie alle männlichen Zapfen eines Baumes befallen waren, führte er bisher auch nicht zu einer männlichen Sterilität der betroffenen Fichte. Woher der Pilz stammt ist unklar. Da er sehr auffällig ist, glauben wir nicht, dass er heimisch ist und nur bisher übersehen wurde.

EPPO-Staus: Nicht aufgeführt
Vorkommen: Ursprung unbekannt, Seit 2018 in der Schweiz (ZH, JU, GR, TI) nachgewiesen.
Wirtsbäume: Fichten: *Picea abies*, *P. omorika*, *P. smithiana*
Schäden: Männliche Kätzchen werden befallen und deren Pollen zerstört.
Verbreitungs-
wege: Sporenflug
Kommentar: Keine direkte Schädigung der Bäume.

8.3 Ausblick

Die unter 8.1 aufgeführten potentiellen Schadorganismen sind bisher in der PGesV-WBF-UVEK nicht gelistet. Ihre Aufnahme in die Liste der Quarantäneorganismen sollte nach eingehender Prüfung überlegt werden. Hierfür kann ihr Schadpotenzial für die Schweizer Wälder in PRAs ermittelt werden und nach den Kriterien der Artenpriorisierung klassifiziert werden.

Wie Abschnitt 8.2 zeigt, können unerwartete oder sogar unbekannte Pathogene in der Schweiz auftauchen. Das macht es nötig, nicht nur nach den gelisteten Schadorganismen zu suchen, sondern auch nach ungewöhnlichen und neuen Schadbildern Ausschau zu halten. Hier ist WSS auch auf die Zusammenarbeit mit interessierten Bürgern – wie die Entdeckung von *E. corylacearum* durch Amateur-Mykologen zeigt – angewiesen (citizen science).

Die Ausbreitung und Schadwirkung der aufgeführten Organismen wird von WSS weiter beobachtet.

9 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.
- BEENKEN, L.; GROSS, A.; QUELOZ, V., 2020: Phylogenetic revision of *Petrakia* and *Seifertia* (Melanommataceae, Pleosporales): new and rediscovered species from Europe and North America. *Mycol. Prog.* 19, 5: 417–440. doi: 10.1007/s11557-020-01567-7
- GROSS, A.; BEENKEN, L.; DUBACH, V.; QUELOZ, V.; TANAKA, K.; HASHIMOTO, A.; HOLDENRIEDER, O., 2017: *Pseudodidymella fagi* and *Petrakia deviata*: two closely related tree pathogens new to central Europe. *For. Pathol.* 47, 5: 15 p., e12351. doi: 10.1111/efp.12351.
- IOOS, R.; ALOI, F.; PIŠKUR, B.; GUINET, C.; MULLETT, M.; BERBEGAL, M.; BRAGANÇA, H.; CACCIOLA, S.O.; OSKAY, F.; CORNEJO, C.; ADAMSON, K.; DOUANLA-MELI, C.; KAČERGIUS, A.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, P.; NOWAKOWSKA, J.A.; LUCHI, N.; VETTRAINO, A.M.; AHUMADA, R.; PASQUALI, M.; FOURIE, G.; KANETIS, L.; ALVES, A.; GHELARDINI, L.; DVOŘÁK, M.; SANZ-ROS, A.; DIEZ, J.J.; BASKARATHEVAN, J.; AGUAYO, J., 2019: Transferability of PCR-based diagnostic protocols: An international collaborative case study assessing protocols targeting the quarantine pine pathogen *Fusarium circinatum*. *Sci. Rep.* 9, 8195.
- PROSPERO, S.; POLOMSKI, J.; RIGLING, D., 2015: Occurrence and ITS diversity of wood-associated *Bursaphelenchus* nematodes in Scots pine forests in Switzerland. *Plant Pathology* 64: 190–197.
- QUELOZ, V. (Ed.); DUBACH, V. (Ed.); BEENKEN, L.; BUSER, C.; FORSTER, B.; HÖLLING, D.; MEIER, F.; MEYER, J.B.; ODERMATT, O.; QUELOZ, V.; RUFFNER, B.; SCHNEIDER, S.; STROHEKER, S., 2018: Waldschutzüberblick 2017. WSL Berichte 67: 35 S.

B – Molekulare Diagnostik

Carolina Cornejo

Zusammenfassung

Im Routinebetrieb wurden 1105 biologische Proben von Bakterien, Insekten, Nematoden, Oomyzeten und Pilzen molekulargenetisch analysiert. Diese stammten von Inspektionen, aus der Überwachungstätigkeit von Waldschutz Schweiz sowie aus speziellen Erhebungen zum Auftreten von Quarantäneorganismen.

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 Qualität dieser Methoden wird laufend optimiert und um weitere Organismen erweitert.

1 Routinediagnostik

Im Routinebetrieb wurden 1105 DNA-Proben von Bakterien, Insekten, Nematoden, Oomyzeten und Pilzen molekulargenetisch analysiert (Abb. 25 und 26).

Generell ist im Vergleich zu den Vorjahren bei allen Organismengruppen eine Abnahme der Anzahl untersuchter Proben zu verzeichnen. Dies ist vor allem darauf zu führen, dass in Vorjahren die Rotband- und Braunfleckenkrankheit von Waldschutz Schweiz umfangreich beprobt und ausgedehnte *Phytophthora*-Erhebungen von der Gruppe Phytopathologie durchgeführt wurden. Diese Kontrollen fanden 2019 in einem regulären Umfang statt. Wie im letzten Jahr stellten sich dem Routinelabor zunehmend komplexere Aufgaben für einzelne Proben. Beispielsweise wurden Insekten-Primer für Proben mit degradierter DNA etabliert, die nur ein kurzes DNA-Fragment amplifizieren. Mit einer kurzen Sequenz kann zwar eine Art nicht immer bestimmt werden, sie dient aber in besonders wichtigen Fällen neben der Morphologie als zweite Nachweismethode (vgl. Kap. 5.1, Nachweis von Insekten).

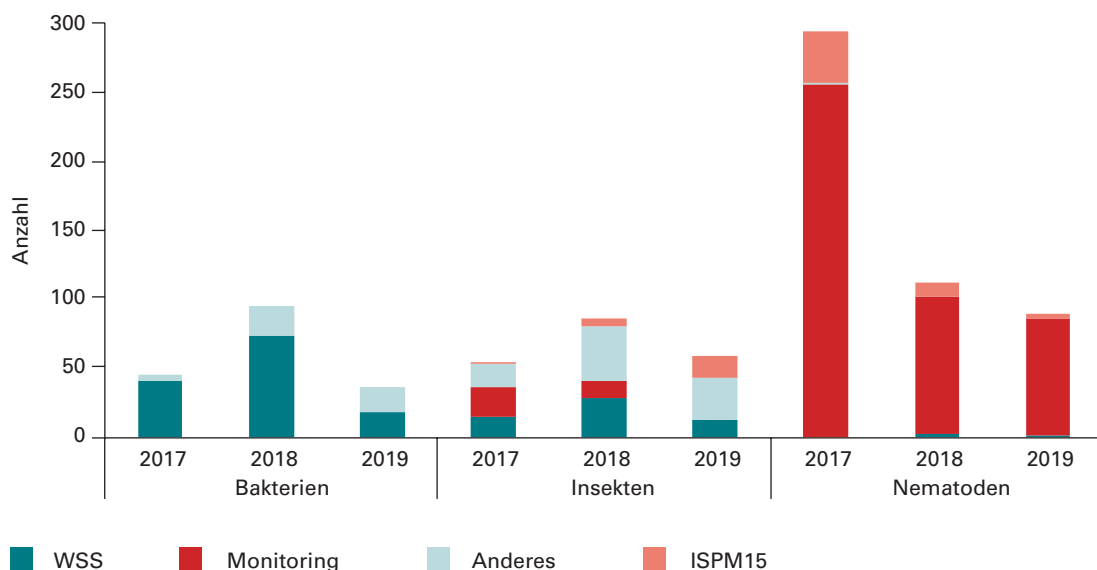


Abb. 25. Anzahl untersuchter DNA-Proben von Bakterien, Insekten und Nematoden in den Jahren 2017–2019 (Stand per 20. Dezember 2019).

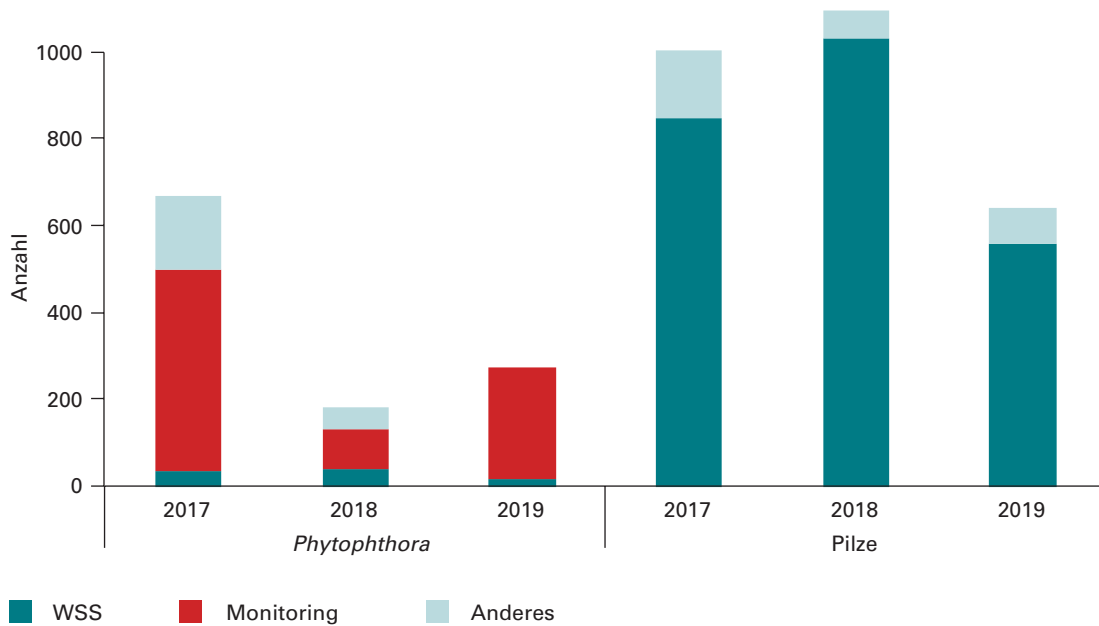


Abb. 26. Anzahl untersuchter DNA-Proben von Oomyzeten (*Phytophthora*) und Pilzen in den Jahren 2017–2019 (Stand per 20. Dezember 2019).

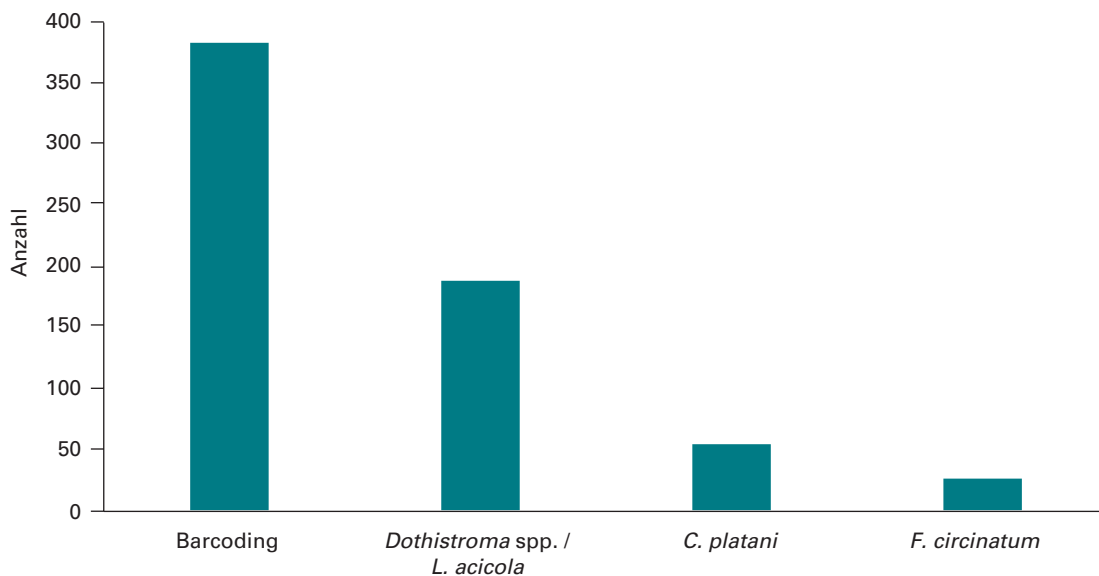


Abb. 27. Untersuchungen von Pilz-Verdachtsfällen im Jahr 2019 (Stand per 20. Dezember 2019). Sequenziert wurde der Pilz-Barcode ITS. Alle anderen Untersuchungen basieren auf den spezifischen Nachweis von Pathogenen mittels qPCR: *Dothistroma* spp. (*D. septosporum* und *D. pini*) und *Lecanosticta acicola* (Rotband- und Braunflecken-Krankheit), *Ceratocystis platani* (Platanenwelke) und *Fusarium circinatum* (Pechkrebs).

Verdachtsfälle auf Pilz-Krankheiten stellten mehr als die Hälfte (56 %) der untersuchten DNA-Proben dar. Der Grossteil dieser Analysen (60 %) betraf die Sequenzierung des Pilz-Barcodes ITS (Internal Transcribed Spacer) aus isoliertem Myzel, während bei den restlichen 40 Prozent spezifische qPCR-Protokolle für die Rotband- und Braunflecken-Krankheit, Platanenwelke und Pechkrebs zum Einsatz kamen (Abb. 27).

2 Optimierung von Methoden

Während unser Labor in 2017 und 2018 neun verschiedene qPCR-Methoden für die Detektion von 14 Schadorganismen etablierte, konnten in 2019 die qPCR-Protokolle für den Nachweis der Platanenwelke und AOD-Krankheit abschliessend optimiert werden.

Darüber hinaus entwickelte unser Labor 9 Makros (Excel-Unterprogramme), um die Auswertung von qPCR-Daten aller im Labor eingesetzten Protokolle zu automatisieren. Dadurch werden einerseits Zeit eingespart sowie (menschliche) Bearbeitungsfehler minimiert.

3 Teilnahme an internationalen Ringtests

Die Teilnahme an internationalen Ringtests dient unserem Labor der Qualitätssicherung und der Entwicklung und Validierung von neuen Diagnosemethoden. Wichtig ist auch der damit verbundene Austausch mit anderen Diagnostiklabors.

Unser Labor nahm im Rahmen des EU-Forschungsprojekts VALITEST (www.valitest.eu) an einer Test Performance Study für den Nachweis von *Bursaphelenchus xylophilus* teil. Zusätzlich beteiligten wir uns am Practibar Proficiency Test, bei dem die in-silico Bearbeitung von Sequenz-Daten gemäss den EPPO Standard PM7/129 (1) zwischen europäischen Labors getestet wurde. Die Auswertung von beiden Tests sind noch ausstehend.

4 Publikationen

Publikationen sind wichtige Produkte unserer Tätigkeit als Diagnostik-Labor, um Ergebnisse der Fachwelt zu präsentieren und mit anderen Labors in Austausch zu bleiben. Die Publikationen werden durch externe Fachspezialisten begutachtet und dienen dadurch auch der Qualitätssicherung im Diagnostik-Labor.

Im 2019 erschienen zwei Publikationen, die dank der Unterstützung vom Bundesamt für Umwelt entstanden sind. Salome SCHNEIDER *et al.* (2019) evaluierten molekulare Methoden für den Nachweis der drei Erregerpilze der Rotband- und Braunflecken-Krankheit. Carolina CORNEJO *et al.* (2019) präsentierten in eine neue Multiplex-PCR, um den vegetativen Kompatibilitätstyp und das Geschlecht (Mating-Typ) von *C. parasitica* rasch und eindeutig zu bestimmen. Alle Methoden kommen heute routinemässig in unserem Labor zum Einsatz (Abb. 28).

Eur J Plant Pathol
<https://doi.org/10.1007/s10658-019-01751-w>

A multiplexed genotyping assay to determine vegetative incompatibility and mating type in *Cryphonectria parasitica*



C. Cornejo · B. Šever · Q. Kupper · S. Prospero ·
 D. Rigling

Received: 15 June 2018 | Revised: 5 December 2018 | Accepted: 19 December 2018
 DOI: 10.1111/ejpp.12495

ORIGINAL ARTICLE

WILEY Forest Pathology

Detection of pine needle diseases caused by *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini* and *Lecanosticta acicola* using different methodologies

Salome Schneider | Esther Jung | Valentin Queloz | Joana B. Meyer | Daniel Rigling

Abb. 28. Titelbilder von zwei Publikationen, die neue Nachweis-Methoden der Fachwelt präsentieren.

5 Ausblick

5.1 Nachweis von Insekten

Obschon seit den ersten Publikationen über PCR-Primer für Invertebraten resp. Insekten die molekulare Artbestimmung von Insekten mit grossem Einsatz vorangetrieben wurde, bleibt der Nachweis von Insekten im Diagnostiklabor aus diversen Gründen nicht unproblematisch. Drei wichtigste Ursachen seien hier erwähnt: 1. Parasiten; 2. degradierte DNA; 3. sehr kleine DNA-Mengen.

1. Während geübte Entomologen die Art von adulten Tieren ohne grosse Schwierigkeiten bestimmen können, besitzen Insekten-Eier oder Larven zu wenig morphologische Merkmale für eine eindeutige Artbestimmung. Solche Fälle analysiert das Diagnostik-Labor mit dem Insekten-Barcode. Jedoch sind gerade Larven häufig von anderen Insekten oder insbesondere Nematoden parasitiert, was nicht selten zu nicht-lesbaren Sanger-Sequenzen führt.
2. Die DNA von toten Insekten, die in Schiffscontainer transportiert wurden oder längere Perioden in Fallen lagen, zersetzt sich rasch. Aus degradiertem DNA gelingt es selten den Barcode von 600–700 bp zu amplifizieren. Eine Teillösung bringt die Amplifikation kurzer DNA-Stücke, wie sie beispielsweise in der Lebensmittelkontrolle des Kantons Zürich eingesetzt wird (KÖPPEL *et al.* 2019). Unser Labor konnte diese Insekten-Primer etablieren und in einem dringenden Fall einsetzen. Dabei bestätigte die 150 bp-Sequenz die morphologische Artbestimmung des neu in der Schweiz beobachteten Nordischen Fichtenborkenkäfers (*Ips duplicatus*; Medienmitteilung vom 28.11.2019).
3. Was in der Human-Forensik Haare oder Hautschuppen Träger von DNA-Spuren sind, hinterlassen Insekten Spuren von sogenannter Umwelt-DNA in Kot-Ausscheidungen, Frassgängen, Holzspänen oder in der abgestreiften Insektenhaut. Zu solcher Spuren-DNA kommen sehr kleine Insekten (Körpergrösse im mm-Bereich) hinzu, deren DNA sich in Fallen sehr rasch zersetzt. In diesem Fall ist das Diagnostik-Labor in zweifacher Weise herausgefordert. Es gilt die in Spuren vorhandene DNA zu sichern und dabei nicht mit fremder DNA – z.B. Human-DNA – zu verunreinigen.

Unser Labor wird im 2020 verstärkt mit den Entomologen der WSL zusammenarbeiten und Vorgehensweisen erarbeiten, um die DNA von Schädlingen beispielsweise im Feld zu sichern (Frequenz der Fallenleerung; Kontakt mit Human-DNA; Lagerung von DNA-Proben im Feld). Vorhandene EPPO-Protokolle und andere Techniken von anerkannten Diagnostiklabors sollen auf die Machbarkeit überprüft werden, um Umwelt-DNA von Insekten nachzuweisen. Ziel ist, Insekten-DNA eindeutig nachzuweisen und möglichst die taxonomische Zugehörigkeit der Proben zu bestimmen. Im Fokus stehen dabei die prioritären Quarantäneorganismen unter denen sich zahlreiche Schadinsekten befinden.

5.2 Herkunftsbestimmung von *Phytophthora ramorum*-Proben

Genetische Studien von *Phytophthora ramorum*-Isolaten aus Nordamerika und Europa zeigen alle Merkmale eines kürzlich eingeführten Pathogens mit geringer genetischer Variabilität und klonaler Verbreitung. Von vielen untersuchten Mikrosatelliten-Marker (SSR) unterscheiden ein paar wenige zwischen nordamerikanischen und europäischen Isolaten (VERCAUTEREN *et al.* 2010). Unser Diagnostik-Labor wird im 2020 diese Marker etablieren und mit Proben aus unserer *Phytophthora*-Sammlung testen. Ziel ist es, einen diagnostischen Test zur Verfügung zu haben, um nicht-EU Isolate von *P. ramorum* identifizieren zu können. In der neuen Pflanzengesundheitsverordnung der EU werden diese strenger reguliert, als Isolate die bereits in Europa vorhanden sind.

Tab. 11. Molekulargenetische Methoden, die für den Nachweis von Quarantäneorganismen und anderen walddrelevanten Schadorganismen an der WSL verwendet werden. Für die im Fettdruck hervorgehobenen Organismen wurden in unserem Labor 2019 neue Diagnostikmethoden etabliert.

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>Phytophthora ramorum</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Isolierung aus Pflanzen- und Bodenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Spezifische Endpunkt-PCR gefolgt von Gelelektrophorese
<i>Fusarium circinatum</i>	qPCR (TaqMan)	Isolierung aus Samen und Pflanzenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Ceratocystis platani</i>	qPCR (TaqMan)	Isolierung aus Pflanzenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Anoplophora glabripennis</i> , <i>A. chinensis</i>	DNA-Barcoding*	–
<i>Cryphonectria parasitica</i>	Bestimmung der VC-Typen mittels Multiplex-PCR und Fragmentlängen-Analyse	Paarungstests mit EU Testerstämmen
<i>Phytophthora</i> spp.	DNA-Barcoding mit <i>Phytophthora</i> -spezifischen Primern direkt aus Pflanzenmaterial	Isolierung aus Pflanzenproben gefolgt von 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*
Unbekannte Bakterien, Pilze und Insekten	DNA-Barcoding*	–

* PCR und Sequenzierung mit universellen Primern

6 Literatur

- CORNEJO, C.; ŠEVER, B.; KUPPER, O.; PROSPERO, S.; RIGLING, D., 2019: A multiplexed genotyping assay to determine vegetative incompatibility and mating type in *Cryphonectria parasitica*. *European Journal of Plant Pathology* 155: 81–91.
- KÖPPEL, R.; SCHUM, R.; HABERMACHER, M.; SESTER, C.; PILLER, L.E.; MEISSNER, S.; PIETSCH, K., 2019: Multiplex real-time PCR for the detection of insect DNA and determination of contents of *Tenebrio molitor*, *Locusta migratoria* and *Achaeta domestica* in food. *European Food Research and Technology* 245: 559–567.
- VERCAUTEREN, A.; DE DOBBELAERE, I.; GRÜNWARD, 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. *Mol. Ecol.* 19: 92–107.
- SCHNEIDER, S.; JUNG, E.; QUELOZ, V.; MEYER, J.B.; RIGLING, D., 2019: Detection of pine needle diseases caused by *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini* and *Lecanosticta acicola* using different methodologies. *For. Pathol.* 49, e12495.

C – Weitere Aktivitäten

1 Wissenschaftliche Publikationen, Reviews

- AKILLI ŞİMŞEK, S.; KATIRCIOĞLU, Y.Z.; ULUBAŞ SERÇE, Ç.; ÇAKAR, D.; RIGLING, D.; MADEN, S., 2019: *Phytophthora* species associated with dieback of sweet chestnut in Western Turkey. For. Pathol. e12533, 11 pp. doi: 10.1111/efp.12533
- AKILLI ŞİMŞEK, S.; KATIRCIOĞLU, Y.Z.; BORST, N.; ÇAKAR, D.; PROSPERO, S.; RIGLING, D.; MADEN, S., 2019: Identification and characterization of hypovirus-infected *Cryphonectria parasitica* isolates from biological control plots in İzmir, Kütahya, and Sinop. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 43: 11 pp. doi: 10.3906/tar-1901-82
- AKILLI ŞİMŞEK, S.; KATIRCIOĞLU, Y.Z.; ÇAKAR, D.; RIGLING, D.; MADEN, S., 2019: Impact of fungal diseases on common box (*Buxus sempervirens* L.) vegetation in Turkey. European Journal of Plant Pathology 153: 1203–1220. doi: 10.1007/s10658-018-01636-4
- CORNEJO, C.; ŞEVER, B.; KUPPER, Q.; PROSPERO, S.; RIGLING, D., 2019: A multiplexed genotyping assay to determine vegetative incompatibility and mating type in *Cryphonectria parasitica*. European Journal of Plant Pathology 155, 1: 81–91. doi: 10.1007/s10658-019-01751-w
- DENNERT, F.; MEYER, J.B.; RIGLING, D.; PROSPERO, S., 2019: Assessing the phytosanitary risk posed by an intraspecific invasion of *Cryphonectria parasitica* in Europe. Phytopathology 109: 2055–2063. doi: 10.1094/PHYTO-06-19-0197-R
- ESCHEN, R.; DE GROOT, M.; GLAVENDEKIĆ, M.; LACKOVIĆ, N.; MATOSEVIĆ, D.; MORALES-RODRIGUEZ, C.; O HANLON, R.; OSKAY, F.; PAPAZOVA, I.; PROSPERO, S.; FRANIĆ, I., 2019: Spotting the pests of tomorrow – Sampling designs for detection of species associations with woody plants. Journal of Biogeography. doi: 10.1111/jbi.13670
- FRANIĆ, I.; PROSPERO, S.; HARTMANN, M.; ALLAN, E.; AUGER-ROZENBERG, M.; GRÜNWARD, N.J.; KENIS, M.; ROQUES, A.; SCHNEIDER, S.; SNIĘZKO, R.; WILLIAMS, W.; ESCHEN, R., 2019: Are traded forest tree seeds a potential source of nonnative pests? Ecol. Appl. 29, 7: e01971, 16 pp. doi: 10.1002/eap.1971
- FREY, D.; FERNÁNDEZ GAYUBO, S.; MOKROUSOV, M.; ZANETTA, A.; ŘIHA, M.; MORETTI, M.; CORNEJO, C., 2019: Phylogenetic notes on the rare Mediterranean digger wasp *Psenulus fulvicornis* (Schenck, 1857) (Hymenoptera: Crabronidae) new to Switzerland. Revue Suisse de Zoologie 126, 1: 27–42. doi: 10.5281/zenodo.2619514
- HEINZELMANN, R.; DUTECH, C.; TSYKUN, T.; LABBÉ, F.; SOULARUE, J.; PROSPERO, S., 2019: Latest advances and future perspectives in *Armillaria* research. Canadian Journal of Plant Pathology 41, 1: 1–23. doi: 10.1080/07060661.2018.1558284
- HÖLLING, D., 2019: Status and Management of Invasive Alien Species in Switzerland im 4-Volumen Set (Asien, Europa, Afrika und Amerikas) zum Thema «Invasive Alien Species» (Buchkapitel). 2019 (Review im Auftrag des BAFU)
- HÖLLING, D., 2019: Alien species: Groupe d'experts Lépidoptères et Coléoptères. Aktualisierung Übersicht der gebietsfremden Arten der Schweiz (zweisprachige BAFU-Publikation).
- IOOS, R.; ALOI, F.; PIŠKUR, B.; GUINET, C.; MULLETT, M.; BERBEGAL, M.; BRAGANÇA, H.; CACCIOLA, S.O.; OSKAY, F.; CORNEJO, C.; ADAMSON, K.; DOUANLA-MELI, C.; KAČERGIUS, A.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, P.; NOWAKOWSKA, J.A.; LUCHI, N.; VETTRAINO, A.M.; AHUMADA, R.; PASQUALI, M.; AGUAYO, J., 2019: Transferability of PCR-based diagnostic protocols: an international collaborative case study assessing protocols targeting the quarantine pine pathogen *Fusarium circinatum*. Scientific Reports 9, 1: 8195, 17 pp. doi: 10.1038/s41598-019-44672-8
- JAVAL, M.; LOMBAERT, E.; TSYKUN, T.; COURTIN, C.; KERDELHUÉ, C.; PROSPERO, S.; ROQUES, A.; ROUX, G., 2019: Deciphering the worldwide invasion of the Asian long-horned beetle: a recurrent invasion process from the native area together with a bridgehead effect. Molecular Ecology 28, 5: 951–967. doi: 10.1111/mec.15030
- LIONE, G.; DANTI, R.; FERNANDEZ-CONRADI, P.; FERREIRA-CARDOSO, J.V.; LEFORT, F.; MARQUES, G.; MEYER, J.B.; PROSPERO, S.; RADÓCZ, L.; ROBIN, C.; TURCHETTI, T.; VETTRAINO, A.M.; GONTHIER, P., 2019: The emerging pathogen of chestnut *Gnomoniopsis castaneae*: the challenge posed by a versatile fungus. European Journal of Plant Pathology 153, 3: 671–685. doi: 10.1007/s10658-018-1597-2
- MEYER, J.B.; CHALMANDRIER, L.; FÄSSLER, F.; SCHEFER, C.; RIGLING, D.; PROSPERO, S., 2019: Role of fresh dead wood in the epidemiology and the biological control of the chestnut blight fungus. Plant Disease 103, 3: 430–438. doi: 10.1094/PDIS-05-18-0796-RE
- MORALES-RODRÍGUEZ, C.; ANSLAN, S.; AUGER-ROZENBERG, M.; AUGUSTIN, S.; BARANCHIKOV, Y.; BELLAHIRECH, A.; BUROKIENĖ, D.; ČEPUKOIT, D.; ČOTA, E.; DAVYDENKO, K.; DOĞMUŞ LEHTIJÄRVI, H.T.; DRENKHAN, R.; DRENKHAN, T.; ESCHEN, R.; FRANIĆ, I.; GLAVENDEKIĆ, M.; DE GROOT, M.; KACPRZYK, M.; KENIS, M.; PROSPERO, S.; CLEARY, M., 2019: Forewarned is forearmed: harmonized approaches for early detection of potentially invasive pests and pathogens in sentinel plantings. NeoBiota 95–123. doi: 10.3897/neobiota.47.34276

- RUFFNER, B.; RIGLING, D.; SCHOEBEL, C.N., 2019: Multispecies *Phytophthora* disease patterns in declining beech stands. *Forest Pathology* 49, 3: e12514, 9 pp. doi: 10.1111/efp.12514
- SCHNEIDER, S.; JUNG, E.; QUELOZ, V.; MEYER, J.B.; RIGLING, D., 2019: Detection of pine needle diseases caused by *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini* and *Lecanosticta acicola* using different methodologies. *Forest Pathology* 49, 2: e12495, 9 pp. doi: 10.1111/efp.12495
- TSYKUN, T.; JAVAL, M.; HÖLLING, D.; ROUX, G.; PROSPERO, S., 2019: Fine-scale invasion genetics of the quarantine pest, *Anoplophora glabripennis*, reconstructed in single outbreaks. *Scientific Reports* 9: 19436, 10 pp. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55698-3>

2 Umsetzungspublikationen

- CORNEJO, C., 2019: Der Pechkrebs der Föhre in Europa, 2019, Waldwissen.net.
- DUBACH, V.; RUFFNER, B.; SCHNEIDER, S.; STROHEKER, S., 2019: Schleimfluss an Bäumen. *Wald Holz*, 44–46.
- DUBACH, V., MÄDER, F., 2019: Russrindkrankheit. Diagnose online.
- Eidgenössische Fachkommission für biologische Sicherheit EFBS, 2019: Biologische Risiken Schweiz – Bewertung, Vergleich und Priorisierung. Mit Mitwirkung von D. Rigling. www.efbs.admin.ch/inhalte/dokumentation/Ansichten/Biologische_Risiken_Schweiz/EFBS_Biologische-Risiken_Schlussbericht_D.pdf
- FORSTER, B.; ODERMATT, O., 2019: Augmentation des attaques par les scolytes du sapin; Les écureuils utilisent l'écorce des arbres pour leur nid; Protection des forêts: point de la situation. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 2: 2 p.
- FORSTER, B.; ODERMATT, O., 2019: Befallszunahme durch Tannenborkenkäfer; Eichhörnchen nutzen Baumrinde für den Kobel-Bau. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. *Waldschutz Aktuell* 2: 2 S.
- ODERMATT, O., 2019: Verbissprozente als Kontrollgrösse im Wildmanagement. *Anblick*, 42–44.
- PROSPERO S., 2019: Emergence des Phytophthoras forestiers. *Revue Forestière Française* LXX, 6: 607–612.
- PROSPERO S., 2019: Mal dell'inchiostro e cambiamenti climatici: una nuova sfida. *Forestaviva* 74: 22–23.
- QUELOZ, V.; FORSTER, B.; HÖLLING, D.; BEENKEN, L.; MEYER, J.B.; ODERMATT, O.; STROHEKER, S., 2019: Waldschutzsituation 2018 in der Schweiz. *AFZ Der Wald – Allg. Forst Z. Waldwirtsch. Umweltvorsorge* 74, 7: 50–52.
- QUELOZ, V.; FORSTER, B.; BEENKEN, L.; STROHEKER, S.; ODERMATT, O.; HÖLLING, D.; MEYER, J. B.; DUBACH, V., 2019: Protectin des forêts – vue d'ensemble 2018. *WSL Berichte* 82: 33 p.
- QUELOZ, V.; FORSTER, B.; BEENKEN, L.; STROHEKER, S.; ODERMATT, O.; HÖLLING, D.; MEYER, J. B.; DUBACH, V., 2019: Situazione fitosanitaria dei boschi 2018. *WSL Ber.* 83: 33 p.
- QUELOZ, V.; FORSTER, B.; BEENKEN, L.; STROHEKER, S.; ODERMATT, O.; HÖLLING, D.; MEYER, J. B.; DUBACH, V., 2019: Waldschutzüberblick 2018. *WSL Ber.* 79: 33 p.
- QUELOZ, V.; GOSSNER, M., 2019: Zukunft der Esche – zwei neue Projekte an der WSL. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. *Waldschutz Aktuell* 3: 3 p.
- QUELOZ, V.; GOSSNER, M., 2019: L'avenir du frêne – deux nouveaux projets au WSL. *Protection des forêts: point de la situation*. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL, 3: 3 p.
- RIGLING, D.; BUSER, C.; CORNEJO, C.; DUBACH, V.; HÖLLING, D.; MEYER, J. B.; PROSPERO, S.; SCHNEIDER, S.; QUELOZ, V., 2019: Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2018. Birmensdorf, *Waldschutz Schweiz/Phytopathologie WSL*. 53 p.
- STROHEKER, S.; DUBACH, V., 2019: 35 Jahre Waldschutz in Graubünden: Fokus Pilzinfektionen. *Bündnerwald*, 12–18.
- STROHEKER, S.; FORSTER, B.; QUELOZ, V., 2019: Borkenkäfer: Buchdruckerbefall nimmt weiter zu; *Waldschutz Aktuell*. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL, 1: 2 p.
- STROHEKER, S.; FORSTER, B.; QUELOZ, V., 2019: Scolytes: Les infestations par le typographe continuent d'augmenter; *Protection des forêts: point de la situation*. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL, 1: 2 p.
- STROHEKER, S.; FORSTER, B.; QUELOZ, V., 2019: Santé des forêts. Le typographe poursuit sa progression. *La Forêt* 72, 3: 8–9.
- STROHEKER, S., VÖGTLI, I., DUBACH, V., 2019: Pathogene Pilze der subalpinen Stufe. *SAC Magazin*.
- WERMELINGER B.; FORSTER B.; NIEVERGELT, D., 2018: Cycles and importance of the larch budmoth. *WSL Fact Sheet*, 61: 12 p.
- WOHLGEMUTH, T.; FORSTER, B.; GESSLER, A.; GINZLER, C.; QUELOZ, V.; VOTASSE, Y.; RIGLING, A., 2018: Sommer-trockenheit: Zunehmend eine Herausforderung für den Wald. *Wald Holz* 99, 9: 18–19.

Dank

Wir danken Cygni Armbruster, Hélène Blauenstein, Quirin Kupper, Emanuel Helfenstein, Flavia Mäder, Steffi Pfister, Doris Schneider, Irina Vögtli und Robin Winiger für die Organisation und Durchführung von Laboranalysen und die Mitarbeit bei Felderhebungen. Eckehard Brockerhoff, Corine Buser-Schöbel, Beat Forster, Salome Schneider und Sophie Stroheker danken wir für die vielseitige wissenschaftliche Unterstützung bei den durchgeführten Arbeiten. Dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) danken wir für die finanzielle Unterstützung.

