

## Tintenkrankheit der Edelkastanie

*Phytophthora × cambivora* (Petri) Buisman (Familie: Peronosporaceae),

Synonyme: *Blepharospora cambivora* Petri

*Phytophthora cinnamomi* Rands (Familie: Peronosporaceae),

Synonyme: keine

Bruno Auf der Maur, Andrin Gross, Valentin Queloz und Simone Prospero

Die Edelkastanie (*Castanea sativa*) wird in der Schweiz und auf dem gesamten europäischen Kontinent in zunehmendem Masse durch die Tintenkrankheit bedroht. Diese Krankheit wird hauptsächlich durch zwei Eipilze aus der Gattung *Phytophthora* verursacht, *P. x cambivora* und *P. cinnamomi*. Beide Arten sind kälteempfindlich und profitieren von der globalen Erwärmung.



Die deutlichsten Symptome der Tintenkrankheit sind eine schwarze Verfärbung unter der Rinde an der Stamm-basis (Foto: Waldschutz Schweiz) und eine schütterere Belaubung der ganzen Krone (Foto: Simone Prospero).

### Merkmale und Symptome

Alle an Land lebenden Arten der Gattung *Phytophthora* (griechisch für «Pflanzenzerstörer») sind Pflanzenschädlinge und gehören zu einer Gruppe pilzähnlicher Organismen, welche als Eipilze bezeichnet werden. Zwischen Eipilzen kommt es immer wieder zu genetischen Vermischungen (sog. Hybridisierungen), wo-

durch neue Arten entstehen können, die oft andere Pflanzen befallen, als ihre Elternarten. Die durch genetische Vermischung entstandene Art *P. x cambivora* wurde 1917 als Erreger der Tintenkrankheit der Edelkastanie beschrieben, auch wenn sie nicht nur Kastanien befällt. Sie erhielt ihren Namen, weil sie bei Bäumen die unter der äusseren Rinde gelegenen Ge-

webeschichten auffrisst (lateinisch *vorare* «verschlingen»), zu denen auch das fürs Wachstum wichtige Kambium gehört. Der Erreger dringt über die Wurzeln ein und breitet sich nach oben hin aus. Das Absterben des Gewebes (Nekrose) wird unter der Rinde durch schwarze Verfärbungen erkennbar. Diese steigen häufig von den verfaulenden Wurzeln ausgehend flammenartig am Stamm hinauf. An jungen Bäumen können eingesunkene Rindenpartien oberflächlich auf einen Befall hindeuten. An der Stammbasis tritt häufig schwarz-bräunlicher Baumsaft aus, daher die Bezeichnung Tintenkrankheit.

Bei befallenen Bäumen ist mit der Zeit der Transport von Wasser und Nährstoffen gestört und die Belaubung der gesamten Krone wird schütter, neugebildete Blätter bleiben klein und vergilben. Die Früchte erhalten im Herbst kaum noch die nötige Energie, um auszureifen, und bleiben sehr klein. Infizierte Bäume sterben nach zwei bis drei Jahren ab, junge Bäume manchmal auch schon nach einem Jahr.

Der zweite bekannte Erreger der Tintenkrankheit, *P. cinnamomi*, wurde zuerst als Auslöser von Rindenkrebs auf Indonesischem Zimt (*Cinnamomum burmanii*) nachgewiesen. Er verursacht auf vielen verschiedenen Pflanzen Krankheitssymptome, die je nach Wirt sehr unterschiedlich sein können. Bei der Edelkastanie decken sich die Befallssymptome jedoch mit jenen der durch *P. x cambivora* verursachten Tintenkrankheit.

## Verwechslungsmöglichkeiten

Auch andere *Phytophthora*-Arten können die Symptome der Tintenkrankheit auslösen; die häufigsten in Europa sind *P. plurivora*, *P. cryptogea* und *P. cactorum*. Diese Erreger treten bei der Edelkastanie jedoch weniger aggressiv auf als *P. x cambivora* und *P. cinnamomi* und werden an den meisten Standorten gemeinsam mit einem oder beiden von ihnen gefunden. Eine Ausnahme bildet die Ukraine, wo bislang nur *P. cactorum* nachgewiesen werden konnte. Eine genaue Bestimmung des jeweiligen Erregers ist nur durch Laboruntersuchungen möglich.

*Cryphonectria parasitica*, der Erreger des [Kastanienrindenkrebses](#), befällt im Unterschied zu den *Phytophthora*-Arten nur die oberirdischen Baumteile, verursacht jedoch ebenfalls Absterbeerscheinungen in den Baumkronen. Dieser Erreger tötet aber meistens nur jüngere Bäume, bei denen die Befallstelle (Rindenkrebs) am Stamm ist, komplett ab. Bei älteren Bäumen werden häufig nur einzelne Äste in den Kronen abgetötet. Welkende Blätter während der Vegetationsperiode oder braune, hängende Blätter an einzelnen Ästen im Winter sind typische Anzeichen eines Befalls durch *C. parasitica*. In Niederwäldern werden nur selten alle Sprosse eines Stockes vom Kastanienrindenkrebs ge-

tötet. Da die Tintenkrankheit das Wurzelsystem schädigt, kommt es bei dieser im Unterschied zu einem Krebsbefall nicht zur Ausbildung von neuen Stockauschlägen an der Basis befallener Bäume.

## Biologie und Vermehrung

Beide *Phytophthora*-Arten leben im Boden. Bei günstigen Bedingungen – beispielsweise nach Starkregen im Frühling oder Sommer – produzieren sie asexuelle Sporen (Zoosporen). Diese sind mit zwei Geißeln ausgestattet und können sich wie Spermien aktiv fortbewegen, benötigen für die Fortbewegung im Boden jedoch freies Bodenwasser. Ein nasser, undurchlässiger Boden begünstigt daher den Befall. Zudem kann extreme Trockenheit das Wurzelwachstum der Bäume stören und die Anfälligkeit erhöhen. Wenn die Sporen auf eine anfällige Kastanie treffen, infizieren sie diese, indem sie über die Feinwurzeln eindringen. Durch die in der Folge auftretende Wurzelfäule stirbt der Baum oft allmählich ab, während sich der jeweilige Erreger nach oben hin ausbreitet.

*Phytophthora cinnamomi* kann ausserdem asexuelle Dauersporen (Chlamydosporen) bilden, um ungünstige Bedingungen wie Trockenperioden zu überdauern. Theoretisch könnten beide Arten auch durch sexuelle Fortpflanzung Dauersporen erzeugen. Jedoch müssten hierfür die beiden Kreuzungstypen am selben Standort vorkommen, was in Europa kaum je der Fall ist. Frost können weder die Zoosporen noch die Dauersporen beider Arten lange überleben, sodass die Erreger vor allem im Wurzelgewebe infizierter Pflanzen überwintern.

## Verbreitung und Ökologie

*Phytophthora cinnamomi* wurde erstmals 1922 auf Sumatra beschrieben und stammt wahrscheinlich aus Papua-Neuguinea. Der Erreger befällt über 4000 Pflanzenarten und hat sich über den Handel mit Pflanzenmaterial weltweit ausgebreitet. Letzteres gilt auch für die Art *P. x cambivora*, die immerhin auf über hundert Wirtspflanzen nachgewiesen wurde. Ihr Ursprung ist bis heute unklar.

Beide Erreger kommen auf allen Kontinenten ausser der Antarktis vor und sind wärmeliebend, aber auch kälteempfindlich. *P. x cambivora* bevorzugt Temperaturen von 22–24°C und wächst von 2–32°C; bei unter –8°C stirbt das Pilzgeflecht ab. *P. cinnamomi* wächst bei Temperaturen zwischen 5°C und etwa 32–34°C, und besonders gut bei 24–28°C. Die Art gilt als empfindlich gegenüber Frost, sie kann jedoch noch bei 7,5°C Sporen produzieren.

Die Verbreitung der Tintenkrankheit der Kastanie ist neben den Witterungsbedingungen hauptsächlich durch das Vorkommen der anfälligen Kastanienarten

begrenzt. In Nordamerika ist vor allem die Amerikanische Kastanie (*Castanea dentata*) befallen, aber auch die Pennsylvanische Kastanie (*C. pumila*) sowie die Ozark-Kastanie (*C. ozarkensis*), welche heute meist als Unterart von *C. pumila* angesehen wird. Diese Baumarten kommen heute vor allem im Osten der USA vor.

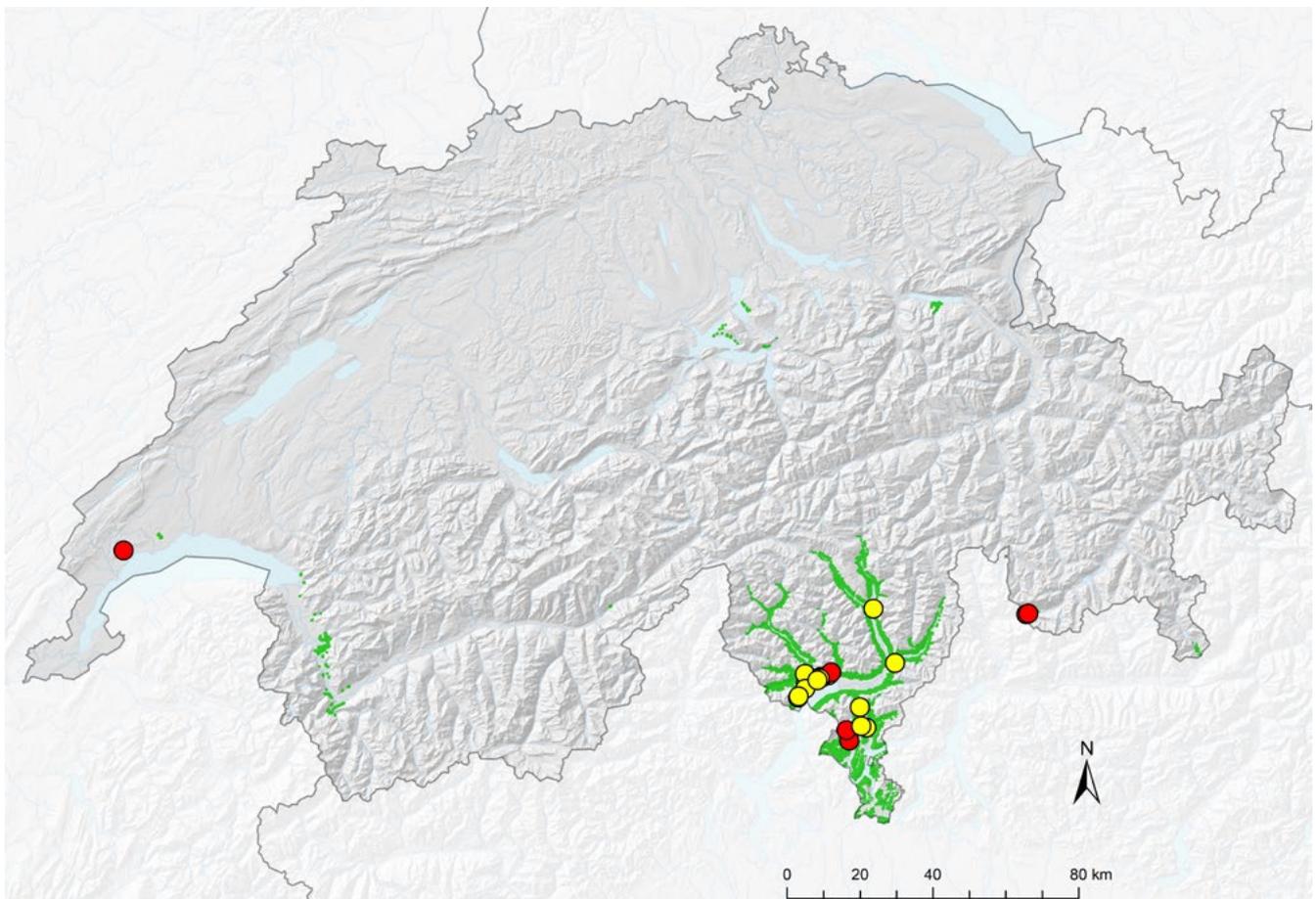
Die Edelkastanie (*C. sativa*) bevorzugt das milde Klima des Mittelmeerraums, aber ihr Verbreitungsgebiet umfasst auch den Norden und Osten Europas bis in den Kaukasus, welcher ihre ursprüngliche Heimat darstellt. Die Tintenkrankheit ist in diesem Gebiet vom Südwesten her in Richtung Norden und Osten in Ausbreitung begriffen. Sie wurde bislang in Spanien, Portugal, Frankreich, Italien, Grossbritannien, der Schweiz, Russland, der Türkei, Griechenland, der Slowakei, Rumänien, Ungarn, Mazedonien, Aserbaidschan, Tschechien und Deutschland nachgewiesen, sowie innerhalb Georgiens.

Die in Asien verbreiteten Kastanienarten – namentlich die Japanische Kastanie (*C. crenata*), die Chinesische Kastanie (*C. mollissima*), die Perlenkastanie (*C. henryi*) sowie die Art *C. seguinii* – erwiesen sich in Infektionsversuchen als grösstenteils resistent gegen

die beiden genannten Erreger. Die höchste Resistenz besitzt die Japanische Kastanie, welche in Asien jedoch ihrerseits durch einen anderen Erreger der Tintenkrankheit bedroht wird. Dieser Erreger ist der Eipilz *P. castaneae* (Synonym *P. katsurae*), der zuerst in Japan gefunden und inzwischen auch in Taiwan, Papua-Neuguinea, Australien und Korea nachgewiesen wurde.

### Situation in der Schweiz

In der Schweiz wurde erstmals 1943 über das Auftreten der Tintenkrankheit im Tessin (beim Monte Ceneri) berichtet. Im Tessin wächst die Edelkastanie in der Schweiz am häufigsten und ist auf 300–900 m ü. M. die dominierende Baumart. Sie bedeckt dort eine Fläche von etwa 30 000 Hektaren und hat als Teil des Ökosystems sowie als Lieferant von Marroni und Holz eine grosse ökologische, kulturelle und wirtschaftliche Bedeutung. Im Tessin tritt die Tintenkrankheit seit den 1990er Jahren wieder vermehrt auf und wird dort mehrheitlich durch *P. cinnamomi* verursacht. Sie ist hauptsächlich in zwei Gebieten verbreitet: im Vedeggio Tal (nördlich von Lugano) sowie insbesondere im Gebiet von Locarno. Diese Regionen weisen grössten-



Nachgewiesene Fundorte (1990–2021) der Tintenkrankheit in der Schweiz (grün: Verbreitung der Edelkastanie; rot: *Phytophthora x cambivora*; gelb: *Phytophthora cinnamomi*) (Karte: P. Krebs, WSL).

teils ein mediterranes Klima auf. Seit 2014 wurden im Kanton Tessin mehr als 20 Befallsherde gefunden.

Im Kanton Genf (bei Dardagny) kam es 1984 zu einem massiven Kastaniensterben, bei dem *P. x cambivora* als Erreger identifiziert wurde. Diese Art wurde in den 1990er Jahren erstmals bei Castasegna (Bergell) im Kanton Graubünden nachgewiesen, sowie vereinzelt im Kanton Tessin. Ausserdem wurde *P. x cambivora* 2010 erstmals seit dem Massensterben bei Dardagny auf der Alpennordseite festgestellt, bei Gilly im Kanton Waadt.

## Ausbreitungsgeschichte und Gefahren

Die Tintenkrankheit der Edelkastanie wurde in Europa zuerst auf der Iberischen Halbinsel und in Italien beobachtet. In Spanien kommt sie wahrscheinlich schon seit dem Jahr 1726 vor, als in der Stadt Jarandilla de la Vera ein Absterben der Kastanienbäume begann, dass sich in dieser und in den angrenzenden Städten rasch ausbreitete. Aus Portugal wurde erstmals im Jahre 1838 von einem Kastaniensterben mit entsprechenden Symptomen am Fluss Lima berichtet. Seit 1860 wurde die Krankheit in Frankreich beobachtet. In Italien trat die Tintenkrankheit wahrscheinlich bereits in den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts auf, aber erst ab 1859 wurde dort über diese Krankheit in zunehmendem Masse berichtet, bis schliesslich 1917 die Art *Phytophthora x cambivora* (damals *Blepharospora cambivora*) als Erreger identifiziert wurde.

In den USA wurde ab 1825 beobachtet, dass Pennsylvanische und Amerikanische Kastanien zunehmend an Wurzelfäule zugrunde gingen. Im Jahr 1933 wurde der hierfür verantwortliche Erreger als *P. cinnamomi* identifiziert. In Europa kommt dieser inzwischen ähnlich häufig auf Kastanien vor wie *P. x cambivora*, während er in Amerika meistens allein auftritt.

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde insbesondere die Amerikanische Kastanie durch den Kastanienrindenkrebs stark dezimiert. Es gibt jedoch die Vermutung, dass zumindest im warmen Süden der USA die Tintenkrankheit ebenfalls zur Vernichtung der dortigen Kastanienbestände mit beigetragen haben könnte. Sicher ist, dass später auch in Europa die rasche Ausbreitung des Kastanienrindenkrebses dazu führte, dass die Erforschung der Tintenkrankheit vernachlässigt wurde.

Währenddessen breitete sich die Tintenkrankheit auf dem europäischen Kontinent weiter nach Norden und Osten hin aus. 1931 wurde sie erstmals in Grossbritannien gefunden und ab etwa 1940 im Tessin in der Schweiz. Ab den 50er Jahren wurde über ihr Vorkommen an der Schwarzmeerküste Russlands berichtet. *P. x cambivora* wurde ausserdem 1950 erstmals in der Türkei nachgewiesen und kommt spätestens seit 1959

in Griechenland vor. 1972 wurde die Tintenkrankheit in der Slowakei nachgewiesen, 1984 in Rumänien und 1985 innerhalb Georgiens.

In vielen Ländern wurde in der Zeit nach dem Erstnachweis der Krankheit ein Massensterben der Kastanienbäume beobachtet. So gingen in der Türkei nach dem Erstnachweis von *P. x cambivora* in den Jahren 1952–1970 etwa 20 000 Bäume daran zugrunde. In der Schweiz wurde nach ersten Krankheitsfällen im Tessin der 1940er Jahre *P. x cambivora* erstmals 1984 in einem Wald im Kanton Genf nachgewiesen, wobei es zum landesweit ersten massiven Ausbruch der Tintenkrankheit kam. Eine Zählung ergab, dass von den dortigen 19 400 Kastanienbäumen 15 500 erkrankt oder bereits abgestorben waren, also etwa 80% dieser Bäume.

Nachdem sich herausstellte, dass die Edelkastanie durch den Kastanienrindenkrebs nicht in ihrer Existenz bedroht ist, wurden seit den 1990er Jahren in verschiedenen europäischen Ländern Edelkastanienbäume mit den Symptomen der Tintenkrankheit immer häufiger gemeldet. Einer Publikation von 2001 zufolge sind unter anderem Ungarn, Mazedonien und Aserbaidschan betroffen. 1997 wurde *P. x cambivora* erstmals offiziell auf Kastanien in Tschechien gefunden.

Nach der Jahrtausendwende scheint insbesondere die Verbreitung von *P. cinnamomi* zugenommen zu haben. So wurde die Art im Jahr 2012 erstmals auf Edelkastanien in Griechenland nachgewiesen. Aber schon 2011 war *P. cinnamomi* erstmals in Deutschland im Wald auf Edelkastanien gefunden worden, und zwar in Oberkirch (bei Ortenau, Baden-Württemberg). Dort ist das Klima relativ mild und regenreich, was das Überleben des frostempfindlichen Erregers erklärt. Da im Zuge der globalen Erwärmung des Klimas frostige Winter immer seltener werden, ist davon auszugehen, dass die Ausbreitung der kälteempfindlichen Erreger der Tintenkrankheit auch in Zukunft zunehmen wird.

## Bekämpfung

Wenn der Boden an einem Standort erst einmal mit einem oder beiden dieser Erreger verseucht ist, können diese nicht mehr ausgerottet werden. Die weitere Ausbreitung der Krankheit kann aber verhindert oder mindestens verlangsamt werden. So sollte die Verschleppung infizierter Erde (z.B. mittels Schuhe, Werkzeuge, Fahrzeuge oder Pflanzensubstrat) in noch nicht betroffene Gebiete absolut verhindert werden. Während Trockenheit und warme Bodentemperaturen die Krankheit fördern, erleichtern feuchte Böden die Verbreitung der Sporen. Vor allem nach starkem Regen werden massenweise Sporen gebildet und mit dem Regenwasser flächig verbreitet. Entwässerungsgräben, in denen das Oberflächenwasser abfließen kann, könnten die Verbreitung eindämmen. Tiefe Bo-

denbearbeitung, welche die Wurzeln verletzen könnte, ist dabei zu vermeiden.

Bei leichtem Befall können Dünger wie gut gereifter Stallmist oder Hühnermist meistens den Krankheitsverlauf verlangsamen, wobei neben der Nährstoffzufuhr auch die Veränderung der Bodenmikroflora sowie die Verbesserung der Bodenstruktur eine Rolle spielen. Die Injektion von Kaliumphosphiten direkt in den Stamm (Endotherapie) kann die Reaktion des Baumes stimulieren, aber dieser Eingriff ist in den Wäldern der Schweiz nicht erlaubt.

Der Tintenkrankheit kann auch bei der Anpflanzung neuer Kastanien gut begegnet werden, durch geeignete Standortwahl unter Vermeidung von stau- und grundwasserbeeinflussten Standorten. Jungpflanzen

sollten nur aus nachweislich infektionsfreien Baumschulen bezogen werden. Für die Fruchtproduktion ausserhalb des Waldes besteht die Möglichkeit, Hybride aus Kreuzungen asiatischer Kastanienarten mit der Edelkastanie zu verwenden, denn diese weisen oft eine erhöhte Resistenz auf (siehe Weiterführende Informationen).

### Wo melden, wo um Rat fragen?

Die Tintenkrankheit ist nicht meldepflichtig. Dennoch sammelt Waldschutz Schweiz die Meldungen zu Schadorganismen an Waldbäumen:

<https://waldschutz.wsl.ch/de/diagnose-und-beratung.html>

### Weiterführende Informationen

Seite über Unterlagen für Edelkastanien und Kreuzungen mit erhöhter Resistenz:

<http://www.veredeln.info/unterlagen/esskastanienunterlagen/>

Informationsseite über die Tintenkrankheit von Johann Laimer, Südtirol:

[https://www.koesti.it/wissenswertes\\_dt\\_6.html](https://www.koesti.it/wissenswertes_dt_6.html)

### Quellen

- Gonthier, P.; Robin, C., 2019: Diseases. In: Gomes-Laranjo, J.; Beccaro, G.; Alma, A.; Bounous, G. (Eds.). *The Chestnut Handbook: Crop & Forest Management* (1<sup>st</sup> ed.). CRC Press 297–315. <https://doi.org/10.1201/9780429445606>
- Jung, T. *et al.* 2017: Six new *Phytophthora* species from ITS Clade 7a including two sexually functional heterothallic hybrid species detected in natural ecosystems in Taiwan. *Persoonia – Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, Juni 2017, 38: 100–135 (36). <https://doi.org/10.3767/003158517X693615>
- Prospero, S., 2019: Die Tintenkrankheit: Eine Bedrohung für unsere Kastanienwälder. *Bünder Wald*, Juni 2019, 20–23.
- Rabitsch, W.; Nehring, S. (Hrsg.) 2021: Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wildlebende gebietsfremde terrestrische Moose, Flechten und Pilze. – BfN-Skripten 603: 121 S.
- Sharpe, S.R., 2017: *Phytophthora* species associated with American, Chinese, and backcross hybrid chestnut seedlings in field sites in the southeastern United States. All Theses. 2672. [https://tigerprints.clemson.edu/all\\_theses/2672](https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/2672)
- Vannini, A., Vettraino, A.M., 2001: Ink disease in chestnuts: impact on the European chestnut. *Forest Snow and Landscape Research*, 76, 3: 345–350.

### Zitierung

Auf der Maur, B.; Gross, A.; Queloz, V.; Prospero S., 2022: Factsheet Neomyceten. Tintenkrankheit der Edelkastanie. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 5 S.

Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)  
ein Forschungsinstitut des ETH-Bereichs

Herausgegeben mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), des Pilotprogrammes «Anpassung an den Klimawandel» (BAFU, Projekt E03; <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/anpassung-klimawandel/pilotprogramm.html>) und des Programma di Cooperazione Territoriale INTERREG V-A Italia-Svizzera 2014/2020 (Projekt MONGEFITOFOR; <https://fitosanitario.regione.vda.it/home>).