

GartenKlimA - Klimawandel im Freizeitgartenbau

Pflanzenschutz



Gefördert durch:



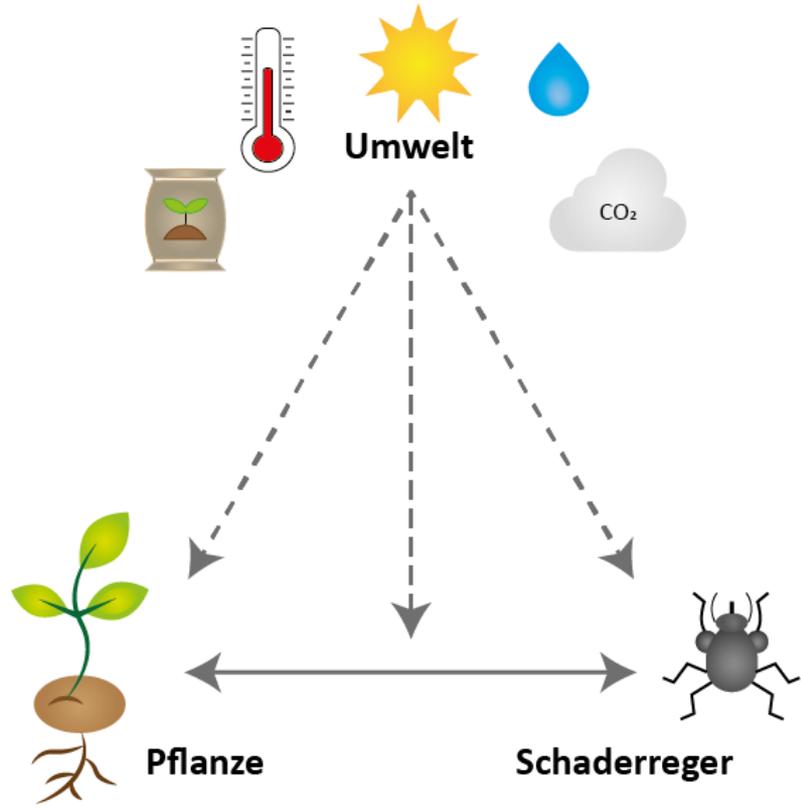
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Herausforderungen für den Pflanzenschutz



Veränderte klimatische Bedingungen beeinflussen das Auftreten von Schaderregern und deren Interaktion mit der Pflanze



Gliederung

1. Witterungsbedingte Schäden
2. Unterschiedliche Schaderregergruppen
3. Neue Schaderreger
4. Natürliche Gegenspieler
5. Pflanzenschutz und Pflanzenstärkung
6. Fazit



1. Witterungsbedingte Schäden

Spätfrost

- Frühlingshaft **milde Temperaturen** treten infolge des Klimawandels immer früher im Jahr auf und veranlassen Pflanzen zu **vorzeitiger Entwicklung**
- **Nachträgliche Kälteeinbrüche** können erhebliche Schäden verursachen



Erfrorene Erdbeerblüte (3)



Spätfrostschaden an Walnuss (4)



Frostrisse an jungen Apfelfrüchten (5)



Spätfrost - Abhilfe

- ✓ Geschützter Standort für empfindliche Kulturen
- ✓ Vliesabdeckung in kalten Nächten
- ✓ Vorübergehendes Einräumen von Kübelpflanzen bei Frostgefahr



(7)



(6)



(8)



GartenKlima

Pflanzen-
schutz

Witterungsbedingte Schäden

Sonnenbrand



Sonnenbrand an nicht abgehärtetem
Wandelröschen (9)

- Nicht abgehärtete Pflanzen reagieren im Frühjahr besonders empfindlich auf die ersten direkten Sonnenstrahlen
 - Zunächst im **Schatten** an Freilandbedingungen gewöhnen



Sonnenbrand



(10)

- Auch an heißen, strahlungsreichen Sommertagen besteht erhöhte Sonnenbrand-Gefahr
→ Schutz durch **Schattierleinen, -tücher, Netze, etc.**



(11)



(12)



(13)



GartenKlima

Pflanzen-
schutz

Witterungsbedingte Schäden

Hagel

- Starker Hagel kann Pflanzenbestände innerhalb kürzester Zeit **vollkommen zerstören**
- Die entstandenen **Wunden** dienen Pilzen und Bakterien als willkommene **Eintrittspforten**



(14)



(15)



(16)



GartenKlimA

Pflanzen-
schutz

Witterungsbedingte Schäden

Seite 9/47

Hagel - Abhilfe



Überdachung



Birnenspalier mit Schutz durch Dachvorsprung (17)



Netze



Apfel-Anlage unter Hagelnetz (18)



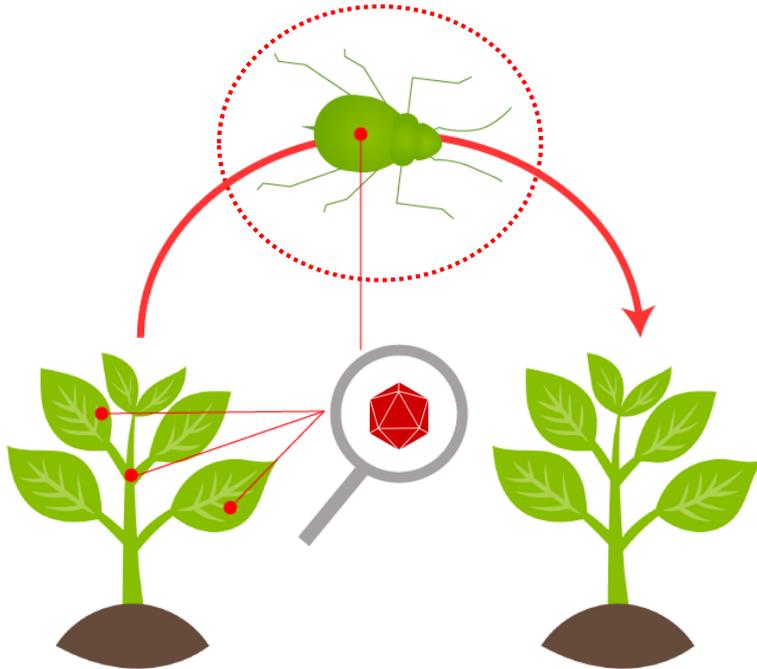
GartenKlimA

Pflanzen-
schutz

Witterungsbedingte Schäden

2. Unterschiedliche Schaderregergruppen

Viren



(19)

- Für Übertragung vielfach auf Vektoren angewiesen
- Vektoren profitieren vom Klimawandel
- Begünstigung der Übertragung



Tendenziell Zunahme



GartenKlima

Pflanzen-
schutz

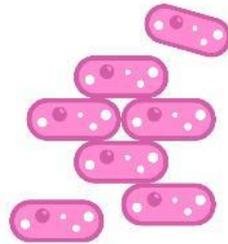
Unterschiedliche
Schaderegergruppen

Bakterien



Begünstigte Entwicklung und Vermehrung bei hohen Temperaturen

→ Schnellere Vermehrung, insbesondere im Frühjahr

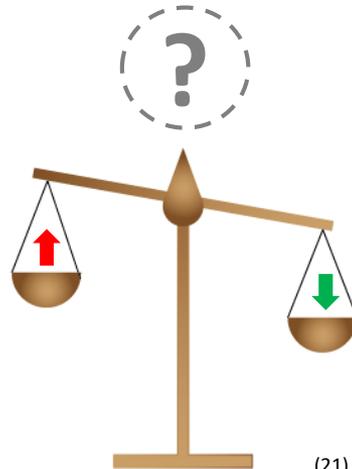


(20 a)

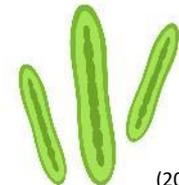
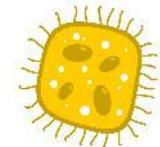
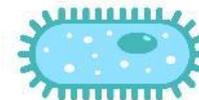


Für Fortbewegung und Infektion zwingend auf Feuchtigkeit angewiesen

→ Hemmung bei sommerlicher Trockenheit



(21)



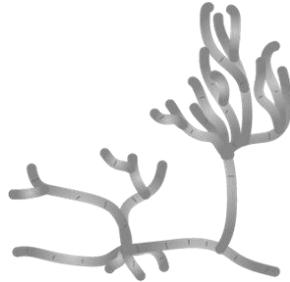
(20 b)



Pilze



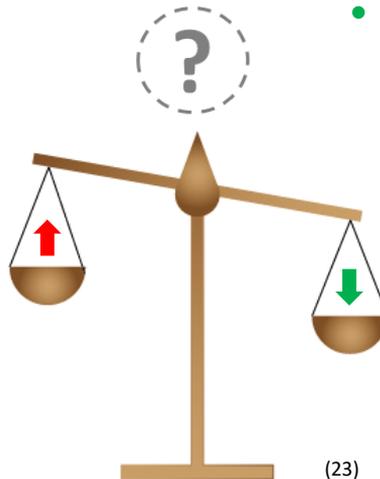
- Profit von steigenden Temperaturen bis zum individuellen Optimum
- Wärmere, feuchtere Winter und feucht-warme Sommer besonders zuträglich



(22)



- Ausbreitung bevorzugt in feuchtem Milieu
- Keimung der Pilzsporen und Infektion nur in Verbindung mit Feuchtigkeit möglich



(23)



Gegenbeispiele!



GartenKlimA

Pflanzen-
schutz

Unterschiedliche
Schaderegengruppen

Pilze

- Zunehmende Gefahr durch **bodenbürtige Erreger**
- **Anpassungspotenzial** an veränderte Umweltbedingungen
- **Trockenheitstolerante Vertreter** (u. a. Echter Mehltau)



Pythium-Wurzelfäule (24)



Falscher Mehltau an Einlegegurken (25)



Echter Mehltau an Zucchini (26)

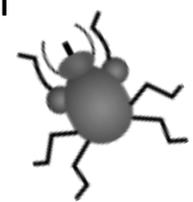
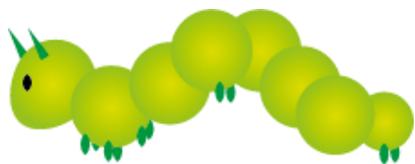
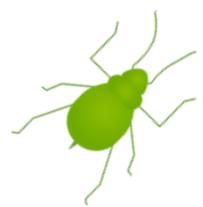




Tierische Schädlinge

Der Großteil tierischer Schädlinge ist **wärmeliebend** und profitiert in vielerlei Hinsicht vom Klimawandel:

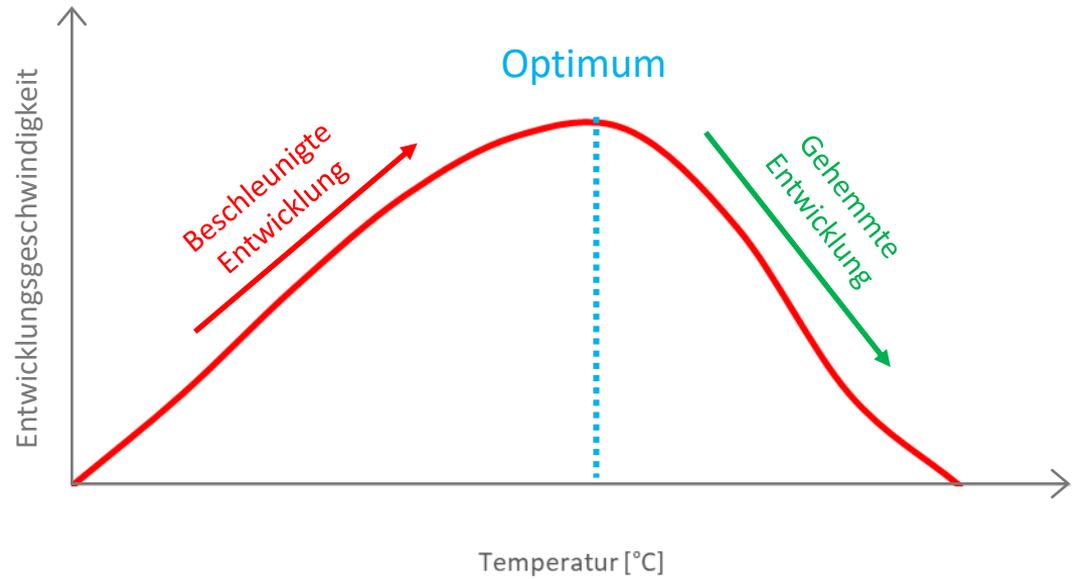
- Bessere Überwinterungsbedingungen
 - Ausgedehnter Befallszeitraum
 - Beschleunigte Entwicklung
 - Geringere Abwehr der Pflanzen
- } Eventuell mehr Generationen pro Jahr



(27)



Entwicklungsgeschwindigkeit von Bakterien, Pilzen und tierischen Schädlingen in Abhängigkeit von der Temperatur



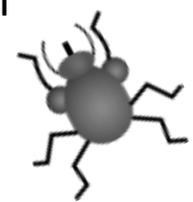
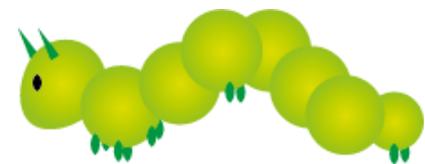
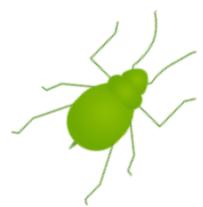
(28)



Tierische Schädlinge

Der Großteil tierischer Schädlinge ist **wärmeliebend** und profitiert in vielerlei Hinsicht vom Klimawandel:

- Bessere Überwinterungsbedingungen
 - Ausgedehnter Befallszeitraum
 - Beschleunigte Entwicklung
 - Geringere Abwehr der Pflanzen
- Eventuell mehr Generationen pro Jahr



(27)

Z. T. Einschränkungen bei zu hohen Temperaturen möglich



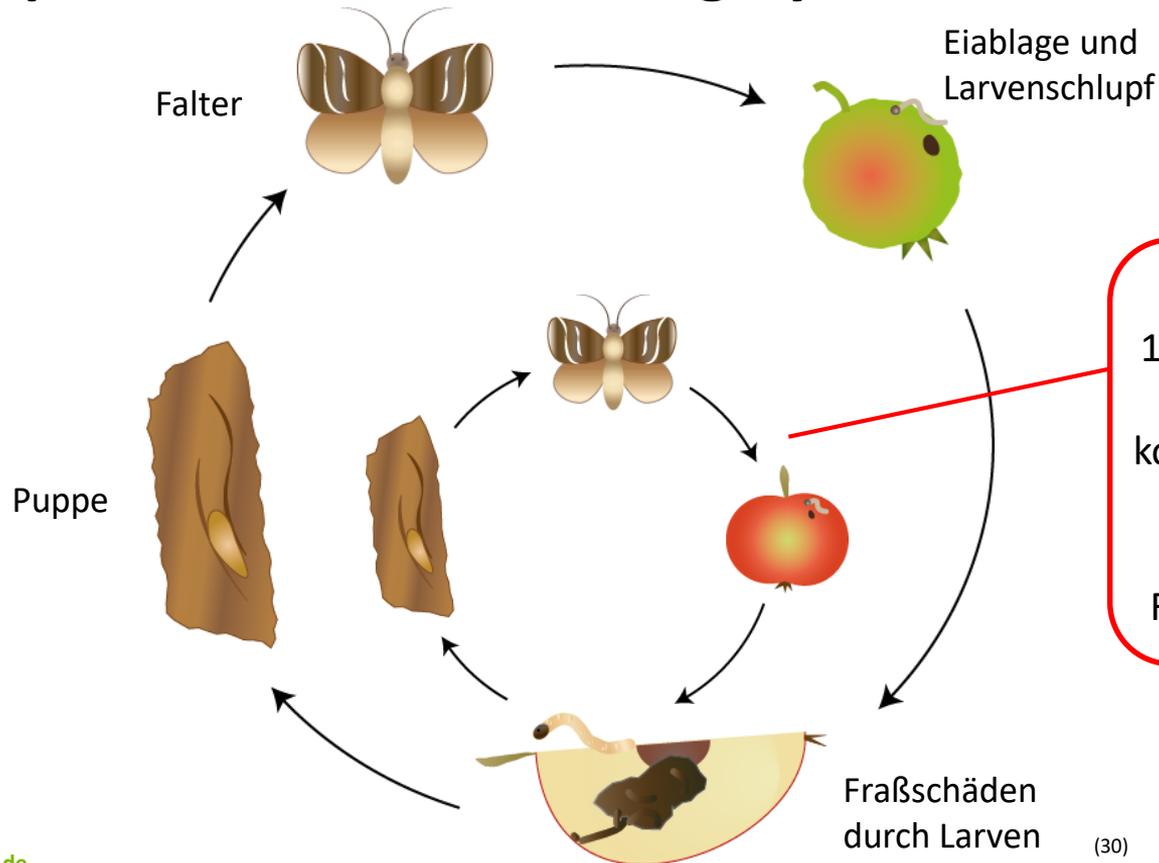
Beispiel 1: Apfelwickler (*Cydia pomonella*)

- Bedeutender Schädling im Obstbau („Wurm im Apfel“)
 - Schäden durch gefräßige Larven
 - Bisher 1-2 Generationen pro Jahr
 - Entwicklung stark temperaturabhängig
- **Begünstigung durch Klimawandel**



Geschädigter Apfel mit Larve des Apfelwicklers (29)

Apfelwickler: Entwicklungszyklus



Sind bis zum 1. August Puppen ausgebildet, so kommt es noch im selben Jahr zu einer zweiten Faltergeneration





Apfelwickler und Klimawandel

- Früherer Beginn des Falterfluges und späterer Eintritt in die Winterruhe
→ **Ausgedehnte aktive Phase**

- Beschleunigte Entwicklung, steigende Reproduktionsraten und standardmäßiges Auftreten einer 2. Generation
→ **Größere Schäden**



Apfelwickler – Larve (31)

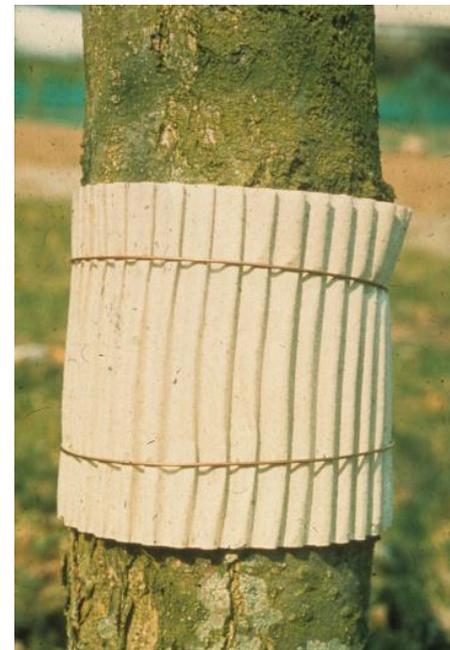


Apfelwickler – Falter (32)



Apfelwickler: Gegenmaßnahmen

- ✓ Baumstämme auf Larven prüfen und absammeln
- ✓ Wellpappe-Fanggürtel am Stamm anbringen
- ✓ Befallene Früchte entsorgen
- ✓ Biologischer Pflanzenschutz mit Schlupfwespen, Granulose-Viren oder Nematoden
- ✓ Monitoring mit Pheromonfallen



Wellpappe-Fanggürtel (33)

Bei allen Maßnahmen ist das richtige Timing entscheidend!

Beispiel 2: Gemüsefliegen

Kleine Kohlflye (*Delia radicum*);
Kleine Möhrenfliege (*Chamaepsila rosae*)



Schadbild - Kleine Kohlflye (36)



Schadbild - Kleine Möhrenfliege (35)

- Schäden durch Larvenfraß
 - Kleine Kohlflye schädigt Wurzeln
 - Kleine Möhrenfliege schädigt Wurzeln und hinterlässt Fraßgänge im Möhrenkörper
- Sekundärschaden durch den Eintritt von Fäulniserregern



GartenKlimaA

Pflanzen-
schutz

Unterschiedliche
Schaderegergruppen



Gemüsefliegen und Klimawandel

- Insbesondere Eier und frühe Larvenstadien sehr empfindlich gegenüber Hitze und Trockenheit
- Zu hohe Temperaturen im Sommer können Entwicklungsstopp oder Tod der Larven bewirken



Kleine Kohlflye (37)



Kleine Möhrenflye (38)

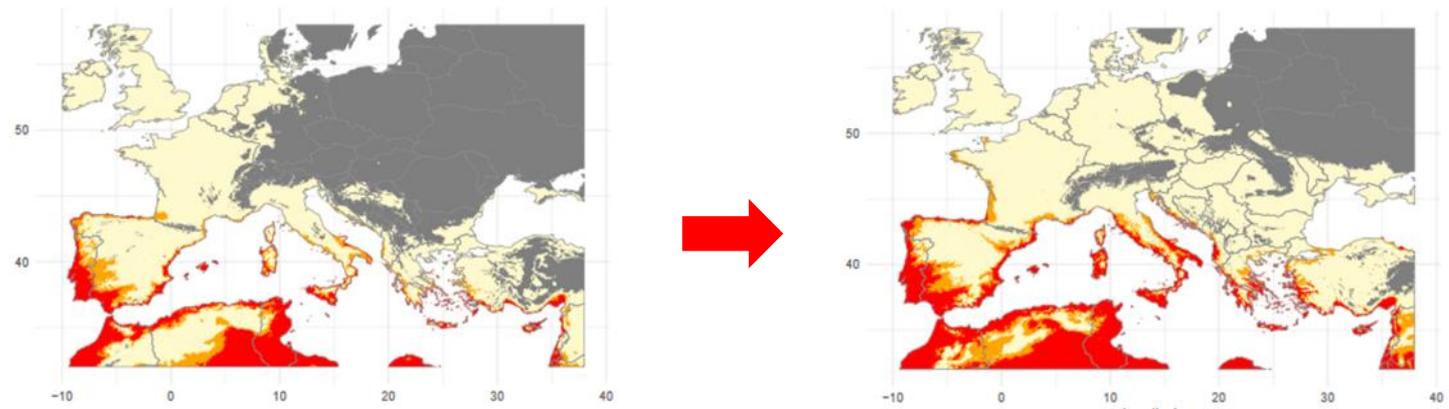
Möglicherweise schwächeres Auftreten mit weniger Generationen
(Kleine Kohlflye weniger betroffen als Kleine Möhrenflye)

3. Neue Schaderreger



Neue Schaderreger?

- Ausbreitung von Schaderregerpopulationen nach Norden
→ Zuzug von hitze- und trockenheitsangepassten Schädlingen



Aufgezeichnete (1970-2000) und prognostizierte (2070) Verbreitung des Feuerbakteriums (*Xylella fastidiosa*) (39)

Neue Schaderreger?

- Übertritt von **Gewächshaus-schädlingen** ins Freiland
- Etablierung von Schädlingen, die durch den **globalen Handel** eingeschleppt wurden



Baumwoll-Weiße Fliege (41)



Schadbild der Tomatenminiermotte (40)



Asiatischer Laubholz-Bockkäfer (42)



Invasive Erreger mit hohem Schadpotenzial



Marmorierte Baumwanze (43)



Feuerbakterium an Sumpf-Eiche (44)



Kirschessigfliege (45)



Japankäfer (46)



Rußrindenkrankheit
an Ahorn (47)



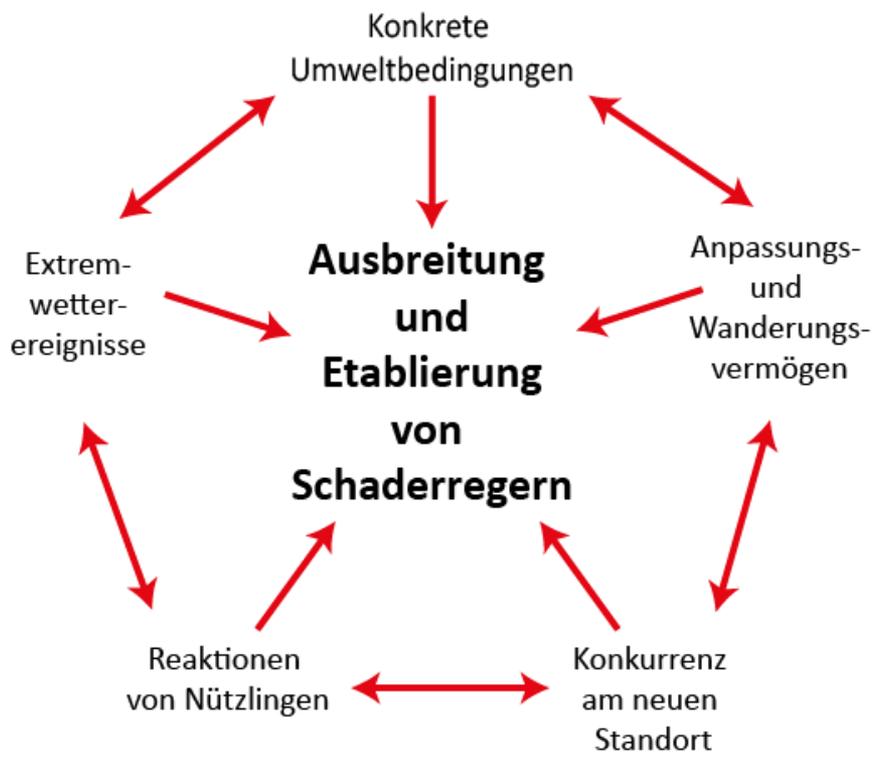
GartenKlimA

Pflanzen-
schutz

Neue Schaderreger



Einflüsse auf Ausbreitung und Etablierung



Anthropogene Einflüsse

- Globaler Handel
- Reisen
- Landnutzung
- Anbauverfahren
- Kulturspektrum
- Etc.



Komplexe Zusammenhänge erschweren konkrete Prognosen

4. Natürliche Gegenspieler

Nützlinge im Klimawandel

- **Räuber:** Organismus, der seine Beute tötet und frisst



Larve der räuberischen Gallmücke (orange) saugt Blattläuse (grün) aus (48)

- **Parasit:** Organismus, der in oder an einem anderen Lebewesen (=Wirt) lebt und dieses auszehrt



Schlupfwespe parasitiert Eier eines SchädlingS (49)

Die erfolgreiche Arbeit der Nützlinge hängt wesentlich von passenden Umweltbedingungen ab



Nützlinge im Klimawandel



- Wärmere Temperaturen fördern Aktivität und Fraßleistung
- Geringere Wintersterblichkeit
- Neue ökologische Nischen



- Beeinträchtigung durch Hitze, Trockenheit, hohe Witterungsschwankungen und Extremwetterereignisse
- Störung der vormals synchronen Entwicklung von Räuber/Beute, bzw. Parasit/Wirt





Beispiel 1: Florfliege (*Chrysoperla carnea*)

- **Larven** saugen vor allem Blattläuse, aber auch Wollläuse, Thripse und Spinnmilben aus
- Optimaler Temperaturbereich liegt um 15 °C
- Mit weiter steigenden Temperaturen nimmt die Effektivität des Schädlingsbekämpfung ab

→ Einsatz v. a. im Frühjahr sinnvoll



Eier der Florfliege (50)



Larve der Florfliege (51)



Adulte Florfliege (52)



Beispiel 2: Marienkäfer (Coccinellidae)

- Larven und adulte Käfer der meisten Arten betätigen sich als räuberische Blattlaus-Gegenspieler
 - Fraßleistung steigt mit Temperatur
- **Heiße Sommer begünstigen Blattlausbekämpfung**



Eier des Marienkäfers (53)



Puppe und Larve des Marienkäfers (54)



Adulter Marienkäfer (55)

Anpassungsstrategien

- Erweiterung des bekannten Nützlingsspektrums
 - Förderung einer möglichst großen Nützlingsvielfalt
- Naturnahe Gartengestaltung mit vielfältigen Strukturen
 - Angebot geeigneter Überwinterungsquartiere im Garten
 - Verzicht auf Pflanzenschutzmittel



(56)



(57)



GartenKlima
Pflanzen-
schutz

Natürliche Gegenspieler

Abwarten und Tee trinken...



Florfliege auf Doldenblüte (58)



Schwebfliege (59)

- Nützlinge sind nicht dazu da, Schädlinge sofort und komplett zu vernichten
 - Viel mehr soll sich ein **Gleichgewicht** zwischen Schaderreger und Gegenspieler einstellen, bei dem sich Pflanzenschäden in einem akzeptablen Rahmen halten
- ➔ **Geduld** haben und auch mal ein Auge zudrücken!



5. Pflanzenschutz und Pflanzenstärkung

Pflanzenschutz im Hausgarten



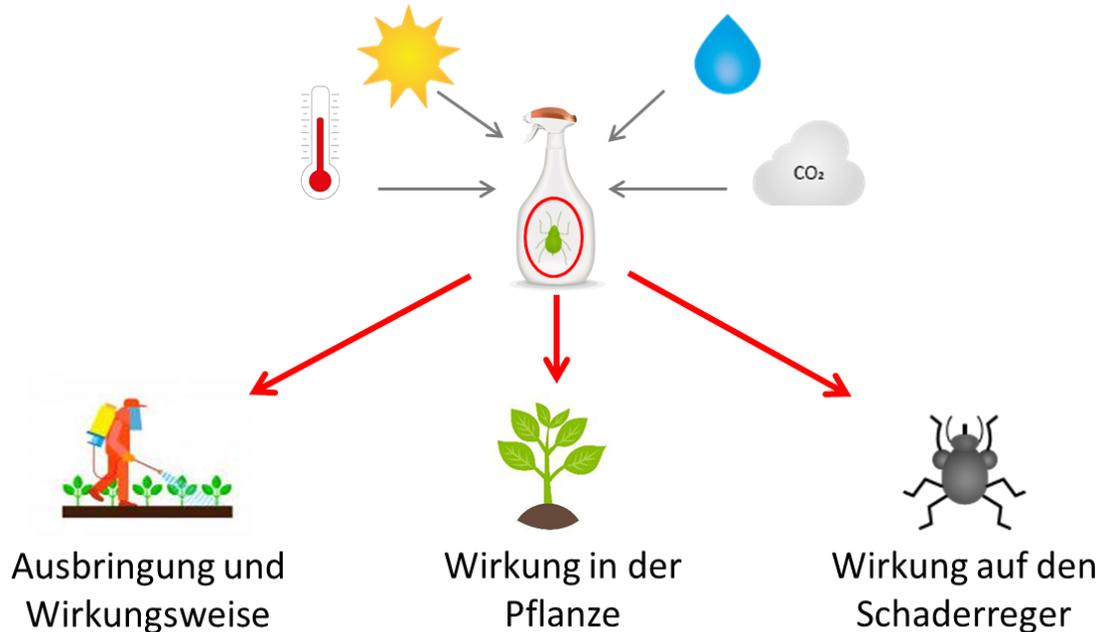
Was spricht gegen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln?

- Ökologische Nachteile (Nützlinge, Rückstände, etc.)
- Auf kleiner Fläche auch händische Maßnahmen lohnend
- Zahlreiche effektive Möglichkeiten zur Befallsvorbeugung

➔ Chemische Pflanzenschutzmittel lassen sich im Hausgarten in aller Regel vermeiden!



Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln



(60)

Der Klimawandel könnte die Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln in vielerlei Hinsicht beeinträchtigen





Überwachung
des Bestandes

Standortwahl

Entfernung von
Ernterückständen

Pflanzen-
stärkungsmittel

**Vorbeugende
Maßnahmen**

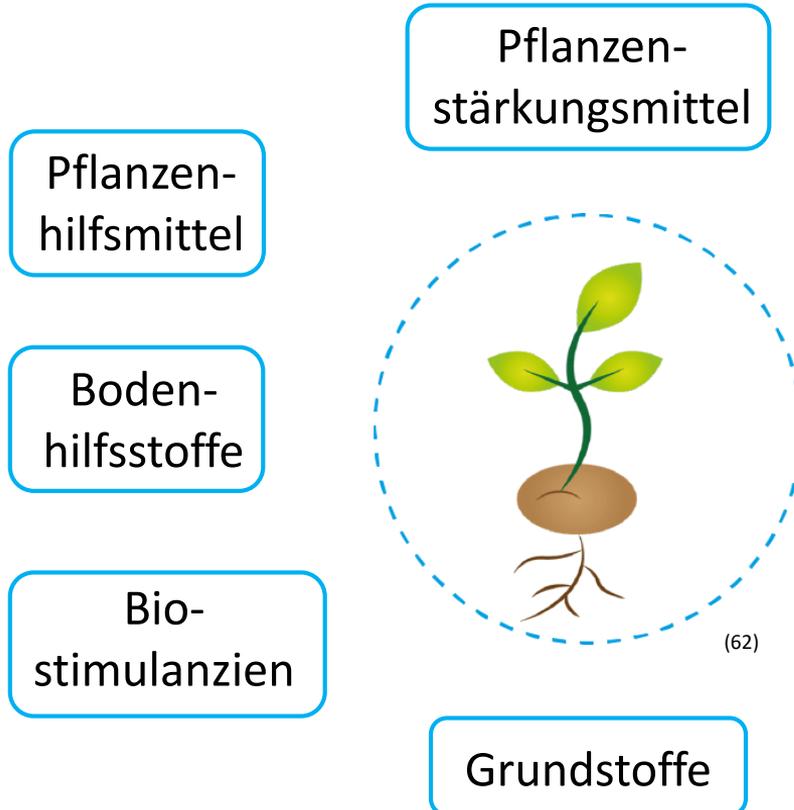
Fruchtfolge

Nährstoff-
versorgung

Nützlings-
förderung

Sortenwahl

Natürliche Pflanzenstärkung



- Ziele:
 - Erhöhung der Widerstandskraft der Pflanze
 - Förderung von kräftigem Wachstum und reichen Erträgen
- Keine direkte Wirkung auf Schaderreger
- Kein Nachweis auf Wirksamkeit notwendig



Mögliche Inhaltsstoffe

- Zubereitungen aus Pflanzen-, Algen- oder Humusextrakten
- Präparate mit Aminosäuren
- Gesteinsmehle
- Homöopathika
- Nützliche Mikroorganismen
- Etc.



Gesteinsmehle zählen zu den Bodenhilfsstoffen (63)



Für die Herstellung von Algenpräparaten werden oft Braunalgen verwendet (64)



GartenKlima

Pflanzen-
schutz

Pflanzenschutz und
Pflanzenstärkung

6. Fazit



Fazit

- Unter den Erregergruppen wird es Gewinner und Verlierer geben

	+	-	Prognose
Viren	<ul style="list-style-type: none"> • Die übertragenden Vektoren werden durch den Klimawandel begünstigt 		↑
Bakterien	<ul style="list-style-type: none"> • Begünstigte Entwicklung und Vermehrung bei hohen Temperaturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Für Fortbewegung und Infektion zwingend auf Feuchtigkeit angewiesen 	
Pilze	<ul style="list-style-type: none"> • Begünstigte Entwicklung und Vermehrung bei hohen Temperaturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbreitung bevorzugt in feuchtem Milieu • Keimung der Pilzsporen und Infektion nur in Verbindung mit Feuchtigkeit möglich 	
Tierische Schädlinge	<ul style="list-style-type: none"> • Begünstigte Überwinterung, Entwicklung und Vermehrung bei steigenden Temperaturen • Längerer Befallszeitraum • Geringere Abwehrkraft gestresster Pflanzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Dezimierung durch Spätfröste oder feuchten Wintern • Störung vormals synchroner Entwicklungszyklen • Begünstigung von Nützlingen • Beeinträchtigungen bei Hitze 	↑

Fazit

- Unter den Erregergruppen wird es Gewinner und Verlierer geben
- Das Schaderregerspektrum eines Ortes wird sich verändern
- Möglichst hohe Nützlingsvielfalt gewinnt an Bedeutung
- Die Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln dürfte sich verändern



Vorbeugende und biologische Maßnahmen werden wichtiger denn je!



Herzlichen Dank
für die
Aufmerksamkeit!



(65)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Literatur

AGUILAR-FENOLLOSA, E. & J. A. JACAS, 2014: Can we forecast the effects of climate change on entomophagous biological control agents? Pest management science **70** (6), 853-859.

AOUN, N., L. TAULEIGNE, F. LONJON, L. DESLANDES, F. VAILLEAU, F. ROUX & R. BERTHOMÉ, 2017: Quantitative Disease Resistance under Elevated Temperature: Genetic Basis of New Resistance Mechanisms to *Ralstonia solanacearum*. Frontiers in plant science **8**, 1387.

B+H SOLUTIONS GMBH, 2020: Traurige Realität: Der Klimawandel kostet uns Milliarden. Beispiel Hagelschäden in der Landwirtschaft - und die Lösung. <https://www.presseportal.de/pm/134071/4688612>. Zugriff am 26.08.2020.

BECK, E. & U. LÜTTGE, 1990: Streß bei Pflanzen. Biologie in unserer Zeit **20** (5), 237-244.

BERESFORD, R. M. & A. H. MACKAY, 2012: Climate change impacts on plant diseases affecting New Zealand horticulture. Ministry for Primary Industries, Wellington.

BIO-GÜV GMBH: Grundstoffe. Pflanzenschutzmittel selbst herstellen. <https://www.bio-guev.at/zulassungen-grundstoffe-downloads/grundstoffe/>. Zugriff am 25.08.2020.

BUNDESINFORMATIONSZENTRUM LANDWIRTSCHAFT: Neue Schädlinge im Garten. <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-erleben/garten-und-balkon/duengung-und-pflanzenschutz/neue-schaedlinge-im-garten>. Zugriff am 23.07.2020.

BUNDESINFORMATIONSZENTRUM LANDWIRTSCHAFT: Pflanzenschutz im heimischen Garten. <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-erleben/garten-und-balkon/duengung-und-pflanzenschutz/pflanzenschutz-im-heimischen-garten>. Zugriff am 23.07.2020.

BUNDESMINISTERIUM FÜR JUSTIZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2012: Pflanzenschutzgesetz. PflSchG. §2 Nr. 10.

BURGDORF, N. & L. STRAßER, 2019: Rußrindenkrankheit an Ahorn in Bayern. AFZ - Der Wald (20), 36-39.

CASTEX, V., M. BENISTON, P. CALANCA, D. FLEURY & J. MOREAU, 2018: Pest management under climate change. The importance of understanding tritrophic relations. Science of the Total Environment, 397-407.





DELCOUR, I., P. SPANOGUE & M. UYTENDAELE, 2015: Literature review: Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International* (68), 7-15.

DÖRING, T. F., D. ROSSLENBROICH, C. GIESE, M. ATHMANN, C. WATSON, I. VÁGÓ, J. KÁTAI, M. TÁLLAI & C. BRUNS, 2020: Disease suppressive soils vary in resilience to stress. *Applied Soil Ecology* **149**, 103482.

DÖRKEN, V. M., 2013: Winterhärte und Frostresistenz von Pflanzen. *Jahrbuch des Bochumer Botanischen Vereins* 4, 308-319.

ENGELHARDT, M., 2020: Tomatenminiermotte (*Tuta absoluta*). <https://www.isip.de/isip/servlet/isip-de/regionales/thueringen/gartenbau/gemuesebau/tomatenminiermotte--tuta-absoluta---178028>. Zugriff am 13.07.2020.

FEGER, G., 2017: Bodenhilfsstoffe, Pflanzenhilfsmittel. Bausteine einer verbesserten Nährstoffeffizienz?, Vereinigte Kreidewerke Dammann, Lägerdorf. Vortrag am 12.04.2017. https://www.iva.de/sites/default/files/pdfs/wuerzburg_tagung_2017_feger.pdf. Zugriff am 18.11.2020.

FELDMANN, F. & S. SMOLKA, 2019: Grundstoffe, Low Risk Produkte, Pflanzenextrakte & Biostimulantien für den Pflanzenschutz im Gartenbau. Symposium zum nicht-chemischen Pflanzenschutz im Gartenbau des Julius Kühn-Instituts, Berlin.

FREIER, B., H. TRILTSCH & D. ROSSBERG, 1996: GTLAUS. A model of wheat - cereal aphid -predator interaction and its use in complex agroecological studies. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* (103), 543-554.

FRUITWEB GMBH: Populationsmodell Apfelwickler. <https://www.fruitweb.info/de/prognosemodelle/apfelwickler/>. Zugriff am 11.07.2020.

GARTENAKADEMIE RHEINLAND-PFALZ: Apfelwickler.

https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/inetcntr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=O5LIN15YP1&p1=title%3DApfelwickler+%7E%7Eurl%3D%2FInternet%2Fglobal%2Fthemen.nsf%2F%28Web_P_GA_KuS_XP%29%2F309F461E80A7FF91C1257A6800482E15%3FOpenDocument&p3=2S6048JTH4&p4=443H2B5YO1. Zugriff am 11.07.2020.



GARTENAKADEMIE RHEINLAND-PFALZ: Marienkäfer - der Blattlausfresser.

https://www.wetter.rlp.de/Internet/global/inetcntr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=695UP61174&p1=title%3DMarienk%C3%A4fer++der+Blattlausfresser+%21%7E%7Eurl%3D%2FInternet%2Fglobal%2Fthemen.nsf%2F%28Web_P_GA_XP_Kat_UKat%29%2F60D7C7CEAAA6313AC1256F38004E2F00%3FOpenDocument&p3=O861N09PVC&p4=443H2B5YO1. Zugriff am 11.07.2020.

GEBELEIN, D., M. HOMMES & M. OTTO: SWAT. Ein Simulationsmodell für Kleine Kohlflye, Möhrenflye und Zwiebelflye.

<https://www.yumpu.com/de/document/read/9221368/swat-julius-kuhn-institut>. Zugriff am 13.07.2020

GILLESPIE, M. A., G. M. GURR & S. D. WRATTEN, 2016: Beyond nectar provision: the other resource requirements of parasitoid biological control agents. *Entomol Exp Appl* **159** (2), 207-221.

HACCIUS, M., 1999: Anforderungen an Pflanzenstärkungsmittel aus der Sicht des ökologischen Landbaus. In: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Pflanzenschutz im ökologischen Landbau. Probleme und Lösungsansätze. Erstes Fachgespräch, Kleinmachnow.

HALLMANN, J. & A. V. TIEDEMANN, 2019: Phytomedizin, 3., vollständig überarbeitete Auflage. UTB Uni-Taschenbücher, Stuttgart.

HÖLLING, D., 2018: Japankäfer - eine invasive Art vor der Schweizer Grenze.

https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/invasive/wsl_japankaefer/index_DE. Zugriff am 13.07.2020.

HOMMES, M., 2007: Klimaänderungen und deren wahrscheinliche Auswirkungen auf das Auftreten von Schädlingen im Gartenbau. In: Deutsche Gartenbauwissenschaftliche Gesellschaft e. V. & Bundesverband der Hochschulabsolventen/Ingenieure Gartenbau und Landschaftsarchitekture.V (Hrsg.): Klimaveränderung und deren Auswirkungen auf den Gartenbau, S. 55.

INDUSTRIEVERBAND AGRAR E. V., 2019: Biostimulanzien. Zwischen Pflanzenschutz und Düngung. <https://www.iva.de/iva-magazin/umwelt-verbraucher/biostimulanzien-zwischen-pflanzenschutz-und-duengung>. Zugriff am 25.08.2020

INFORMATIONSSYSTEM INTEGRIERTE PFLANZENPRODUKTION E.V.: Apfelwickler. <https://www.isip.de/isip/servlet/isip-de/infothek/obstbau/kernobst/tierische-schaderreger/apfelwickler>. Zugriff am 11.07.2020

INSTITUT FÜR DEUTSCHE GEBÄRDENSPRACHE UND KOMMUNIKATION GEHÖRLOSER DER UNIVERSITÄT HAMBURG: Fachgebärdlexikon Gärtnerei und Landschaftsbau. Parasit. <https://www.sign-lang.uni-hamburg.de/galex/konzepte/l386.html>. Zugriff am 18.11.2020.

JAHN, M., 2009: Pflanzenstärkungsmittel. Was sie sind und was sie können. Julius Kühn-Archiv, 422.



JUROSZEK, P., M. SIEBOLD & A. V. TIEDEMANN, 2009: Klimafolgenforschung in der Pflanzenproduktion. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 21, 169-170.

JUROSZEK, P. & A. VON TIEDEMANN, 2011: Potential strategies and future requirements for plant disease management under a changing climate. Plant Pathology **60** (1), 100-112.

KEHLENBECK, H., G. SCHRADER & T. SCHRÖDER, 2009: Mehr neue Schadorganismen durch Klimawandel in Deutschland. Anpassungsstrategien im Bereich Pflanzenschutz. In: FREIBAUER, A. & B. OSTERBURG (Hrsg.): Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft.

KRENGEL, S., B. KLOCKE & B. GOLLA, 2019: Anpassungsbedarf im Pflanzenschutz. Klimatrends und Handlungsoptionen. In: KTBL (Hrsg.): Kühlen Kopf bewahren. Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel, 115-135, Darmstadt.

KRENGEL, S., B. KLOCKE, P. SEIDEL & B. FREIER, 2014: Veränderung im Auftreten von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und deren natürlichen Gegenspielern. In: LOZÁN, J. L., H. GRASSL, L. KARBE & Jendritzky G. (Hrsg.): Warnsignal Klima. Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen, Elektronische Veröffentlichung, 2. Aufl.

KRENGEL, S., C. RICHTER, B. FREIER, G. I. STANGL & C. BRANDSCH, 2013: The effect of elevated temperatures on food conversion efficiencies of *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis* young adults feeding on *Sitobion avenae*. J Plant Dis Prot **120** (5-6), 218-226.

KÜHNE, S., 2009: Wie kann den Auswirkungen des Klimawandels auf den Pflanzenschutz begegnet werden? Ergebnisprotokoll des Workshops 3. In: Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (Hrsg.): Klimawandel und Ökolandbau. Anpassungsmaßnahmen für die Praxis.

KULLMANN, F., 2019: Hagelschäden auswachsen lassen. Gartenpraxis **2019** (07), 7.

LAMICHHANE, J. R., M. BARZMAN, K. BOOIJ, P. BOONEKAMP, N. DESNEUX, L. HUBER, P. KUDSK, S. R. H. LANGRELL, A. RATNADASS, P. RICCI, J.-L. SARAH & A. MESSÉAN, 2015: Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. Agron. Sustain. Dev. **35** (2), 443-459.

LANDSBERG, J. & M. S. SMITH, 1992: A functional scheme for predicting the outbreak potential of herbivorous insects under global atmospheric change. Australian Journal of Botany (40), 565-577.



LOHRER, T., 2020a: Pflanzenstärkung. E-Mail (18.08.2020).

LOHRER, T., 2020b: Mechanische Bekämpfung des Apfelwicklers. Persönliche Mitteilung (17.11.2020).

MAIXNER, M., M. HOMMES & P. ZWERGER, 2017: Klimawandel. Auswirkungen auf den Pflanzenschutz. Journal für Kulturpflanzen (69), 53-55.

MARGRAF, K., 2020: Hitzeschaden und Sonnenbrand. Gartenpraxis (07/2020), 28-29.

MATZRAFI, M., 2019: Climate change exacerbates pest damage through reduced pesticide efficacy. Pest management science **75** (1), 9-13.

MÜLLER, P., E. FOMEFELD & M. TEGETHOFF, 2020: Xylella fastidiosa. Ein Bakterium mit großem Schadpotenzial für viele Pflanzen, Informationsblatt des Julius Kühn-Instituts, 2. Aufl.

<https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/Flyer/Xylella.pdf>. Zugriff am 23.08.2020.

ÖSTERREICHISCHE AGENTUR FÜR GESUNDHEIT UND ERNÄHRUNGSSICHERHEIT GMBH, 2020: Marmorierte Baumwanze. Halyomorpha halys. <https://www.ages.at/themen/schaderreger/marmorierte-baumwanze/>. Zugriff am 24.08.2020.

PFLANZENFORSCHUNG.DE: Nährstoff-/ Wasseraufnahme und -transport. <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/naehrstoff-wasseraufnahme-und-transport-347>. Zugriff am 23.07.2020.

PFLANZENSCHUTZAMT BERLIN, 2017: Die Kirschessigfliege (Drosophila suzukii). Eine Gefahr für unsere Obstkulturen und den Weinbau. Das Pflanzenschutzamt Berlin informiert, 12/17.

PLANTAN GMBH, 2020: Biostimulanzien. Eine sinnvolle Ergänzung?! <https://plantan.de/biostimulanzien-eine-sinnvolle-ergaenzung/>. Zugriff am 23.08.2020.

RIEDLE-BAUER, M., 2017: Bedeutung des Klimawandels für Krankheiten und Schädlingen im Weinbau. Vortrag an der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg.

RIEL, C., 2020: Der Asiatische Marienkäfer. Wie gefährlich ist er? <https://www.gartenjournal.net/asiatischer-marienkaefer>. Zugriff am 04.08.2020.

SAUER, C., 2018: In Zukunft weniger Gemüsefliegen dank Klimawandel? Extension Gemüsebau (04/2018), 4-6.



SAUTTER & STEPPER GMBH: Der Einsatz von Nützlingen im Gartenbau.
<https://www.nuetzlinge.de/fileadmin/kundenbereich/dokumente/Infomaterial/IPR.pdf>. Zugriff am 24.08.2020.

SAUTTER & STEPPER GMBH, 2020: Chrysoperla - Florfliegen. Ein Nützlichling viele Einsatzgebiete.
https://www.nuetzlinge.de/fileadmin/kundenbereich/dokumente/Infomaterial/florfliegen_chrysoperla_carnea.pdf. Zugriff am 24.08.2020.

SCHALLER, M. & H.-J. WEIGEL, 2007: Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 316. Bundesanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig.

SCHEU-HELGERT, M., 2019: Der Gemüsegarten im Klimawandel. Gartenpraxis 09/2019, 26-29.

SCHMIDT, O., 2009: Miniermotten, Citrusbock und Webebär ante portas. Neozoen an Gehölzen: Globalisierung und Klimawandel zeigen neue "Reisewege". In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft & Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan (Hrsg.): Schöne fremde Welt? Neue Arten in Bayern, 15-17.

SCHRADER, G. & H. KEHLENBECK, 2011: Landwirtschaft und Klimawandel. Begünstigt der Klimawandel das Vordringen neuer Schadorganismen? Forschungsreport Ernährung Landwirtschaft Verbraucherschutz 44, 14-17.

SEIDEL, P., 2017: Auswirkungen des Klimawandels auf Schaderreger. Teils widersprüchliche Hypothesen. http://klimaps.julius-kuehn.de/Ansicht.action?artikel_id=122&suchtext=hypothesen&autortexte=. Zugriff am 13.07.2020.

SEIDEL, P., 2018: Zur Möglichkeit der Vorhersage der Auswirkungen des Klimawandels auf Schadinsekten. http://klimaps.julius-kuehn.de/Ansicht.action?artikel_id=124&suchtext=Zur+M%F6glichkeit+der+Vorhersage+der+Auswirkungen+des+Klimawandel+s+auf+Schadinsekten&autortexte=. Zugriff am 13.07.2020.

SKIRVIN, D. J., J. N. PERRY & R. HARRINGTON, 2003: The effect of climate change on an aphid–coccinellid interaction. Global Change Biology, John Wiley & Sons.

SOUZA, B. & CARVALHO C. F., 2002: Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* in a citrus orchard in southern Brazil. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae (48), 301-310.



SPEKTRUM.DE, 1999: Räuber. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/raeuber/55762>. Zugriff am 04.11.2020.

SPERLI GMBH, 2020: Sonnenschäden an Pflanzen. Wie Strahlung und Hitze deinen Pflanzen schaden kann. <https://www.sperli.de/wissensschatz/dumm-gelaufen/sonnenschaeden-an-pflanzen/>. Zugriff am 26.08.2020.

STACEY, D. A., 2003: Climate and biological control in organic drops. *International Journal of Pest Management* (49), 205-214.

STÖCKLI, S., J. SAMIETZ, M. HIRSCHI, C. SPIRIG, M. ROTACH & P. CALANCA, 2012: Einfluss der Klimaänderung auf den Apfelwickler. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **19/12**.

THÜRINGER LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND LÄNDLICHEN RAUM, 2019: Apfelwickler. Haus- und Kleingarten. Informationsbroschüre des Thüringer Landesamts für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, Jena.

THURMAN, J. H., D. W. CROWDER & T. D. NORTHFIELD, 2017: Biological control agents in the Anthropocene: current risks and future options. *Current opinion in insect science* **23**, 59-64.

TIEDEMANN, A. v., 1996: Globaler Wandel von Atmosphäre und Klima. Welche Folgen ergeben sich für den Pflanzenschutz? *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (48), 73-79.

TIEDEMANN, A. von & B. ULBER, 2008: Verändertes Auftreten von Krankheiten und Schädlingen durch Klimaschwankungen. In: TIEDEMANN, A. v. (Hrsg.): *Pflanzenproduktion im Wandel - Wandel im Pflanzenschutz*. Themenschwerpunkt der 56. Deutschen Pflanzenschutztagung 2008 in Kiel. DPG Selbstverl., Braunschweig.

TOBIN, P. C., S. NAGARKATTI, G. LOEB & M. C. SAUNDERS, 2008: Historical and projected interactions between climate change and insect voltinism in a multivoltine species. *Global Change Biology* (14), 951-957.

TRANSPARENZ GENTECHNIK, 2019: Trockenheit, neue Schädlinge Krankheiten. Was der Klimawandel für die Pflanzenzüchtung bedeutet. <https://www.transgen.de/aktuell/2759.klimawandel-pflanzen-genome-editing.html>. Zugriff am 23.08.2020.



TRILTSCH, H., 1996: Untersuchungen zum Einfluss abiotischer und biotischer Umweltfaktoren auf den Marienkäfer *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) in der Interaktion Winterweizen-Getreideblattlaus-Prädator. Freilanduntersuchungen, Klimakammerversuche und Computersimulationen. Dissertation an der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.

UMWELTBUNDESAMT, 2017: Nützlinge im Garten. <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/gartenfreizeit/nuetzlinge-im-garten>. Zugriff am 04.08.2020.

WEBER, R. W. S., 2020: Der Apfelwickler (*Cydia pomonella*) an der Niederelbe in Zeiten des Klimawandels. Aktualisiert nach einem Vortrag anlässlich der Norddeutschen Obstbautage am 13.02.2019. OVR **75** (06/2020), 207-215.

WERMELINGER, B., B. FORSTER, D. HÖLLING, T. PLÜSS, O. RAEMY & A. KLAY: Invasive Laubholz-Bockkäfer aus Asien. Ökologie und Management. Merkblatt für die Praxis 50. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landwirtschaft (WSL), Birmersdorf.

WINKLER, M.: Alle Jahre wieder. Der Spätfrost an unseren Bäumen. <https://www.baumpflegeportal.de/baumpflege/spaetfrost-erkennen-behandeln-vorbeugen/>. Zugriff am 26.08.2020.

WINKLER, M.: Winterschäden. Frostrocknis bei Bäumen im Winter verhindern. <https://www.baumpflegeportal.de/aktuell/frostrocknis-baeume-winter-verhindern/>. Zugriff am 26.08.2020.

WISSENSCHAFTSTAGUNG ÖKOLOGISCHER LANDBAU (Hrsg.), 2009: Klimawandel und Ökolandbau. Anpassungsmaßnahmen für die Praxis. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau am 11.02.2009, Zürich.

YANDAV, R. & P. H. PATHAK, 2010: Effect of temperature on the consumption capacity of *Chrysoperla carnea* reared on four aphid species. The Bioscan (5), 271-274.

ZANGE, B., 2020: Informationen zum Pflanzenschutz. Mündliche Mitteilungen, 2020.

Bildnachweis

- (1) Stiele, V. & Fröhler, L., 2020, mit Elementen von Mayapujiati/Open-Clipart-Vectors/Riasan/Pixabay.com. Zugriff am 02.02.2021.
- (2) Fröhler, L., 2020, Datengrundlage: Hallmann, J. & A. v. Tiedemann, 2019: Phytomedizin, 3., vollständig überarbeitete Auflage. UTB Uni-Taschenbücher, Stuttgart.
- (3) Sobieski, M./Bugwood.org
- (4) Düren, R., Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0
- (5) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (6) Och, S., 2020
- (7) Fröhler, L., 2021
- (8) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (9) Fröhler, L., 2021
- (10) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (11) Fröhler, L., 2021
- (12) Kell, K., 2021
- (13) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (14) Lohrer, Th., Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- (15) Holmes, G., Strawberry Center, Cal Poly San Luis Obispo/Bugwood.org





- (16) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (17) Och, S., 2020
- (18) Fröhler, L., 2021
- (19) Fröhler, L., 2020, mit Elementen von Macrovector_official/Freepik.com, Christina Wert, Pixabay.com
https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/saemling-flache-icons-set_4368661.htm#page=1&query=pflanze&position=1. Zugriff am 04.02.2021.
- (20) Macrovector_official/Freepik.com
https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/bakterienikonen-eingestellt_4425882.htm#page=1&query=bakterien&position=26. Zugriff am 05.02.2021.
- (21) Fröhler, L., 2020
- (22) Fröhler, Lena, 2020
- (23) Fröhler, Lena, 2020
- (24) Penn State Department of Plant Pathology & Environmental Microbiology Archives, Penn State University/Bugwood.org
- (25) Fröhler, L., 2021
- (26) Fröhler, L., 2021
- (27) Fröhler, L., 2020
- (28) Fröhler, L., 2020
- (29) Lohrer T., Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- (30) Fröhler, L, 2020
- (31) Csoka, Gyorgy, Hungary Forest Research Institute/Bugwood.org



- (32) Gilligan, Todd M. & Epstein, Marc E./Bugwood.org
- (33) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (34) Fröhler, Lena, 2020, Datengrundlage: DLR Rheinlandpfalz; Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, 2019: Apfelwickler. Haus- und Kleingarten. Informationsbroschüre des Thüringer Landesamts für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, Jena.
<https://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/fbca2b5f98b62a81c1257021004373bc/309f461e80a7ff91c1257a6800482e15?OpenDocument>. Zugriff am 05.02.2021.
- (35) Rasbag/Wikimedia Commons, CC BY 3.0
- (36) Rasbag/Wikimedia Commons, CC BY 3.0
- (37) AfroBrazilian/Wikimedia Commons, CC BY 4.0
- (38) Rasbag/Wikimedia Commons, CC BY 3.0
- (39) Godefroid, Martin; Cruaud, Astrid; Streito, Jean-Claude; Rasplus, Jean-Yves; Rossi, Jean-Pierre, 2019: Xylella fastidiosa: climate suitability of European continent. *Sci Rep* **9**, 8844.
- (40) Gulesci, Metin/Bugwood.org
- (41) Lohrer, T., Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- (42) Duerr, Donald, USDA Forest Service/Bugwood.org
- (43) Hectonichus/Wikimedia Commons, CC BY 4.0
- (44) Penn State Department of Plant Pathology & Environmental Microbiology, Bugwood.org
- (45) Gallagher, Judy/Wikimedia Commons, CC BY 2.0

- (46) Katovich, Steven/Bugwood.org
- (47) Gaucet, Vincent/Bugwood.org
- (48) Cranshaw, Whitney/Wikimedia Commons, CC BY 3.0
- (49) AfroBrazilian/Wikimedia Commons, CC BY 4.0
- (50) Cranshaw, Whitney, Colorado State University/Bugwood.org
- (51) Hobern, Donald/Wikimedia Commons, CC BY 2.0
- (52) Lohrer, Thomas, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- (53) Lohrer, Thomas, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- (54) Lohrer, Thomas, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- (55) Stodulski, Dominik/Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0
- (56) Och, S., 2020
- (57) Fröhler, L., 2021
- (58) Och, S., 2020
- (59) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

- (60) Fröhler, Lena, 2020, mit Elementen von Macorvector_official/Vectorpouch/Freepik.com https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/saemling-flache-icons-set_4368661.htm#page=1&query=pflanze&position=1. Zugriff am 04.02.2021. https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/pestizid-und-duengemittlelemente-stellten-mit-lokalisierter-vektorillustration-der-speziellen-ausruestungssymbolebene-ein_4431247.htm#page=1&query=pestizid&position=0. Zugriff am 05.02.2021. https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/spruehflasche-realistische-darstellung_3264822.htm#page=1&query=spruehflasche&position=1. Zugriff am 05.02.2021.
- (61) Aitoff/Pixabay.com
- (62) Fröhler, L., 2020
- (63) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- (64) Ardferrn/Wikimedia Commons, CC BY 3.0
- (65) Stiele, Viola & Fröhler, Lena, 2020, mit Elementen von Mayapujati/Open-Clipart-Vectors/Riasan/Pixabay.com. Zugriff am 02.02.2021.

