

Michael Maixner<sup>1</sup>, Martin Hommes<sup>2</sup>, Peter Zwerger<sup>3</sup>

## Klimawandel – Auswirkungen auf den Pflanzenschutz

Climate change – Consequences for Crop Protection

### Einleitung

Klimatische Einflussgrößen sind Schlüsselfaktoren für die Verbreitung von Schadorganismen (BALE et al., 2002). Sie wirken sich jedoch auch auf trophische Interaktionen und Konkurrenzbeziehungen in den Agrarökosystemen und damit auf das Schadpotential aus (JAMIESON et al., 2012). Da besonders die komplexen trophischen Interaktionen weder unter kontrollierten Bedingungen noch im Modell problemlos zu untersuchen sind, sind konkrete Aussagen in Hinblick auf zukünftige Auswirkungen des Klimawandels auf den Pflanzenschutz häufig noch unsicher; jedoch erlauben zahlreiche empirische Studien eine allgemeine Bewertung der Entwicklung, die der Pflanzenschutz unter dem Einfluss sich ändernder Klimabedingungen nehmen wird (LAMICHHANE et al., 2015).

Die Änderung klimatischer Bedingungen seit der Mitte des 20. Jahrhunderts ist in zahlreichen Publikationen ausführlich dokumentiert (DWD, 2016). Zu verzeichnen ist dabei besonders die Zunahme der Durchschnittstemperatur und des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre. Regional unterschiedlich spielt auch die größere Variabilität der Niederschläge und ihrer zeitlichen Verteilung eine Rolle. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass auch die Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf Kulturpflanzen in Zukunft an Bedeutung zunehmen werden (GÖMANN et al., 2015).

### Einfluss klimatischer Faktoren auf Schadorganismen

Die Temperatur ist der wichtigste Einflussfaktor auf Schadorganismen in den gemäßigten Breiten. Neben ihrem unmittelbaren Einfluss z.B. auf die Entwicklungsgeschwindigkeit spielen nicht-lineare Effekte z.B. in Bezug auf Wachstum, Infektionsraten oder Wintermortalität eine wesentliche Rolle. Nicht zu vergessen sind indirekte Einwirkungen über die Synchronisation der Phänologie von Wirtspflanzen und Schadorganismen, auf die Wirtsspezifität der Schädlinge oder die Pathogenresistenz der Pflanzen. Änderungen in der Phänologie vieler Wild- und Kulturpflanzen sind deutlich zu beobachten (MENZEL et al., 2006). So zeigt zum Beispiel auch die Weinrebe einen hoch signifikanten Trend zu früheren Austriebs-, Blüte- und Reifeterminen, während sich das Vegetationsende nicht signifikant verändert, wodurch sich die Vegetationszeit der Rebe insgesamt verlängert (HOFFMANN und MAIXNER, 2012).

Für pflanzenpathogene Pilze, die in bestimmten Phasen ihres Entwicklungszyklus auf Blattnässe oder hohe Luftfeuchte angewiesen sind, spielen Höhe und zeitliche Verteilung von Luftfeuchte und Niederschlag während der Vegetationszeit eine ausschlaggebende Rolle. Auch die zunehmende CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre kann sich unmittelbar stimulierend auf pilzliche Pathogene auswirken, wirkt sich aber auch indirekt auf die Infektionsbedingungen aus, wenn sich beispielsweise

#### Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Siebeldingen<sup>1</sup>

Institut für Gartenbau und Forst, Braunschweig<sup>2</sup>

Institut für Ackerbau und Grünland, Braunschweig<sup>3</sup>

#### Kontaktanschrift

Dr. Michael Maixner, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen, E-Mail: michael.maixner@julius-kuehn.de

#### Zur Veröffentlichung angenommen

21. Dezember 2016

durch die Stimulation des vegetativen Wachstums dichtere Bestände entwickeln (NEWTON et al., 2011). Weiterhin kann sich mit zunehmender atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentration die Konkurrenzfähigkeit von C3- gegenüber C4-Pflanzen (z.B. Unkräuter vs. Mais) erhöhen (POORTER und NAVAS, 2003). Nicht zuletzt wird die Fraßaktivität tierischer Schaderreger stimuliert, da sie aufgrund des zunehmenden C/N-Verhältnisses mehr pflanzliche Substanz zur Deckung ihres N-Bedarfs aufnehmen müssen (SCHERBER et al., 2013).

### Aktuelle und zukünftige Konsequenzen für den Pflanzenschutz

#### Einheimische Schaderreger

Die sich wandelnden Klimabedingungen beeinflussen einheimische Schaderreger sowohl direkt über den Einfluss auf ihre Abundanzdynamik oder Epidemiologie als auch indirekt über die sich ändernde Phänologie der Pflanzen. So kann es bei der Rebenperonospora durch den früheren Vegetationsbeginn zur zunehmenden Überlagerung von Primär- und Sekundärinfektionen kommen und der vorgezogene Epidemiebeginn die nachteilige Wirkung eventueller Sommertrockenheit mehr als kompensieren (SALINARI et al., 2006). Dies erfordert sowohl die Anpassung von Prognosemodellen als auch verbesserte Strategien zur Unterdrückung der Primärinfektionen. Weintrauben sind durch den verfrühten Reifebeginn bei höheren Durchschnittstemperaturen einem stärkeren Infektionsdruck durch Sekundärfäulniserreger ausgesetzt, der Folgeschäden etwa durch Fruchtfliegen nach sich ziehen kann. In Gartenbaukulturen ist damit zu rechnen, dass die Bedeutung weniger hitzetoleranter Schädlinge wie Gemüsefliegen abnimmt während Massenvermehrungen thermophiler Insekten, wie z.B. Wanzen und Zikaden, wahrscheinlicher werden (HOMMES, 2007). Massenvermehrungen werden auch bei Schadinsekten durch höhere Temperaturen gefördert (ESTHER et al., 2014). Höhere Temperaturen und milde Winter verändern die Konkurrenzbeziehungen unter heimischen Unkräutern, indem wärmeliebende Arten und Herbstkeimer Vorteile erlangen (PETERS und GEROWITT, 2012).

#### Neue Schaderreger

Wärmeliebende neue Schadorganismen werden mit steigenden Durchschnittstemperaturen befähigt, ihr Verbreitungsgebiet nach Norden auszudehnen (REINEKE und THIERY, 2016) bzw. sich nach einer Einschleppung in Mitteleuropa erfolgreich zu etablieren. Im Weinbau hat sich im Verlauf von ca. zwei Jahrzehnten die Esca-Krankheit zu einem der drängenden Probleme entwickelt. Zu dem Komplex der mit ihr assoziierten holzbesiedelnden Pilze gehören eine Reihe thermophiler Arten, die bisher in den deutschen Weinbaugebieten unbekannt waren (FISCHER et al., 2016). Auftreten und Intensität der Symptome werden zudem durch klimatische Stressfaktoren wie Trockenheit gefördert. Die Einwanderung und zunehmende Abundanz wärmeliebender Schadlepidopteren

(ZIMMERMANN et al., 2008) sowie die Etablierung mediterraner Unkrautarten in Ackerkulturen (BREITSAMETER et al., 2014) sind weitere Beispiele aktueller Entwicklungen.

#### Vektoren und Pflanzenpathogene

Das Verbreitungsgebiet des in Europa eingeschleppten Bakteriums *Xylella fastidiosa* wird durch niedrige Temperaturen begrenzt. Mit zunehmenden Wintertemperaturen wächst daher das Risiko, dass es sich in Mitteleuropa nicht nur etablieren sondern auch Schäden in Reb- und Obstkulturen verursachen könnte. Während dieses Pathogen von einheimischen Zikaden übertragen werden kann, sind viele Vektoren von Viren und Phytoplasmen wärmeliebende Hemipteren. Blattläuse und Zikaden als wichtige Virusvektoren in Ackerkulturen profitieren von milden Wintern, wodurch sich ein früher und stärkerer Infektionsdruck durch Viruskrankheiten ergibt (CANTO et al., 2009). Im Weinbau häufen sich Hinweise auf die Übertragung von Blattrollviren durch Schildläuse (Coccoidea). Einerseits ist bei einheimischen Arten eine zunehmende Dichte zu beobachten, während sich andererseits auch mediterrane Arten wie *Pseudococcus viburni* im Freiland etablieren konnten. Für die Etablierung dieser Schaderreger im Freiland sind milde Wintertemperaturen entscheidend (PEACOCK et al., 2006). Dies gilt auch für Mottenschildläuse (Aleyrodoidea) unter denen sich wichtige Vektorarten z.B. für die in Obst- und Gartenbaukulturen wichtigen Criniviren befinden (TZANETAKIS et al., 2013). Zikaden sind Vektoren von Bakterien- und Phytoplasmen im Obst- und Weinbau. Mit der Ausbreitung der wärmeliebenden Rebzikade *Scaphoideus titanus* bis in die nördlichsten Weinbaugebiete Frankreichs (CHUCHE und THIERY, 2014) muss auch in Deutschland mit ihrem Auftreten und infolge dessen mit dem Ausbruch der von ihr übertragenen Quarantänekrankheit Flavescence dorée gerechnet werden. Dies hätte aufgrund der dann notwendigen Insektizidanwendungen zur Bekämpfung des Vektors gravierende Auswirkungen auf den Weinbau.

#### Weiterer Forschungsbedarf

Aufgrund der Abhängigkeiten von Kulturpflanzen und Schadorganismen von klimatischen Bedingungen ist von erheblichen Konsequenzen des Klimawandels für den Pflanzenschutz auszugehen. Aufgabe der Forschung zum Pflanzenschutz ist es, die Grundlagen für geeignete Anpassungsstrategien zu entwickeln. Dazu ist es erforderlich, die in Verbindung mit dem Klimawandel stehenden Einflüsse auf Pflanzen, Schadorganismen und ihre Interaktionen detailliert zu untersuchen. Berücksichtigt werden muss, dass auch die Bewirtschaftungsbedingungen einschließlich der Pflanzenschutzmaßnahmen Anpassungsprozessen unterworfen sind. Forschungsbedarf besteht besonders in Hinblick auf:

- den Einfluss klimatischer Faktoren und sich in Anpassung daran ändernder Bewirtschaftungsbedingungen

- auf Schadpotential, Befallsdruck und Befalls-Verlust-Relationen,
- die Wirkung klimatischer Bedingungen auf funktionelle Interaktionen wie natürliche Regulationsmechanismen und Konkurrenzbeziehungen sowie die Synchronisation zwischen Wirtspflanzen, Schaderregern und Antagonisten,
  - die Entwicklung von Methoden zur Diagnose und Charakterisierung neuer Schaderreger, die Beurteilung ihres kulturspezifischen Schadpotentials und die Entwicklung von Präventions- und Bekämpfungsstrategien,
  - die Untersuchung der Risiken neuer Wirt-Pathogen-Vektor Assoziationen und ihrer Auswirkungen auf die Epidemiologie vektorübertragbarer Pflanzenkrankheiten,
  - die Weiterentwicklung integrierter Pflanzenschutzkonzepte in Hinblick auf die Anpassung von Entscheidungshilfswerkzeugen, die adäquate Terminierung und Anwendungshäufigkeit von Pflanzenschutzmitteln und das Resistenzmanagement unter den Bedingungen steigenden Infektionsdrucks und temperaturbedingt kürzerer Infektionszyklen.

Die Anbaubedingungen sind in der Landwirtschaft einem kontinuierlichen Wandel unterworfen, dem durch Anpassung der Kulturverfahren Rechnung zu tragen ist. Die Pflanzenschutzforschung trägt wesentlich dazu bei, indem sie die durch den Klimawandel induzierten Effekte analysiert, ihre Konsequenzen bewertet und darauf basierend die wissenschaftlichen Grundlagen für zielgerichtete Anpassungsstrategien erarbeitet.

## Literatur

- BALE, J.S., G.J. MASTERS, I.D. HODKINSON, C. AWMACK, T.M. BEZEMER, V.K. BROWN, J. BUTTERFIELD, A. BUSE, J.C. COULSON, J. FARRAR, J.E.G. GOOD, R. HARRINGTON, S. HARTLEY, T.H. JONES, R.L. LINDROTH, M.C. PRESS, I. SYMRNIODIS, A.D. WATT, J.B. WHITTAKER, 2002: Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* **8**, 1-16.
- BREITSAMETER, L., J. BÜRGER, B. EDLER, K. PETERS, B. GEROWITT, H.-H. STEINMANN, 2014: Klimafolgenforschung zu Ackerunkräutern – Daten, Methoden und Anwendungen auf verschiedenen Skalen. *Julius Kühn-Archiv* **443**, 123-132.
- CANTO, T., M.A. ARANDA, A. FERERES, 2009: Climate change effects on physiology and population processes of hosts and vectors that influence the spread of hemipteran-borne plant viruses. *Global Change Biology* **15**, 1884-1894.
- CHUCHE, J., D. THIÉRY, 2014: Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **34**, 381-403.
- DWD (Deutscher Wetterdienst), 2016: Klimastatusbericht 2014. [http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb\\_2014.html?nn=16102](http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb_2014.html?nn=16102). ISSN 1616-5063 (Stand: 30.11.2016).
- ESTHER, A., C. IMHOLT, J. PERNER, J. SCHUMACHER, J. JACOB, 2014: Correlations between weather conditions and common vole (*Microtus arvalis*) densities identified by regression tree analysis. *Basic and Applied Ecology* **15**, 75-84.
- FISCHER, M., P. SCHNEIDER, C. KRAUS, M. MOLNAR, C. DUBOIS, D. D'AGUIAR, N. HAAG, 2016: Grapevine trunk disease in German viticulture: Occurrence of lesser known fungi and first report of *Phaeoacremonium viticola* and *P. fraxinopennsylvanicum*. *Vitis* **55**, 145-156.
- GÖMANN H., A. BENDER, A. BOLTE, W. DIRKSMEYER, H. ENGLERT, J.-H. FEIL, C. FRÜHAUF, M. HAUSCHILD, S. KRENGEL, H. LILIENTHAL, F.-J. LÖPMEIER, J. MÜLLER, O. MUSSHOF, M. NATKHIIN, F. OFFERMANN, P. SEIDEL, M. SCHMIDT, B. SEINTSCH, J. STEIDL, K. STROHM, Y. ZIMMER, 2015: Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Abschlussbericht: Stand 3.6.2015, Braunschweig, Johann Heinrich von Thünen-Institut, 312 S., Thünen Report **30**, DOI: 10.3220/REP1434012425000.
- HOFFMANN, C., M. MAIXNER, 2012: Änderung klimatischer Bedingungen im Weinbaugebiet Mosel und mögliche Auswirkungen auf Schaderreger im Weinbau. *Julius Kühn-Archiv* **438**, 365-366.
- HOMMES, M., 2007: Klimaänderungen und deren wahrscheinliche Auswirkungen auf das Auftreten von Schädlingen im Gartenbau. Tagungsband der 44. Gartenbauwissenschaftlichen Tagung in Erfurt vom 21.02. bis 24.02.2007, S. 55.
- JAMIESON, M.A., A.M. TROWBRIDGE, K.F. RAFFA, R.L. LINDROTH, 2012: Consequences of climate warming and altered precipitation patterns for plant-insect and multitrophic interactions. *Plant Physiology* **160**, 1719-1727.
- LAMICHHANE, J.R., M. BARZMAN, K. BOOLI, P. BOONEKAMP, N. DESNEUX, L. HUBER, P. KUDSK, S.R.H. LANGRELL, A. RATNADASS, P. RICCI, J.L. SARAH, A. MESSEAN, 2015: Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **35**, 443-459.
- MENZEL, A., T.H. SPARKS, N. ESTRELLA, E. KOCH, A. AASA, R. AHAS, K. ALM-KUBLER, P. BISSOLLI, O. BRASLAVSKA, A. BRIEDE, F.M. CHMIELEWSKI, Z. CREPINSEK, Y. CURNEL, A. DAHL, C. DEFILA, A. DONNELLY, Y. FILELLA, K. JATCZA, F. MAGE, A. MESTRE, O. NORDLI, J. PENUELAS, P. PIRINEN, V. REMISOVA, H. SCHEIFINGER, M. STRIZ, A. SUSNIK, A.J.H. VAN VLIET, F.E. WIELGOLASKI, S. ZACH, A. ZUST, 2006: European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* **12**, 1969-1976.
- NEWTON, A.C., S.N. JOHNSON, P.J. GREGORY, 2011: Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. *Euphytica* **179**, 3-18.
- PEACOCK, L., S. WÖRNER, R. SEDCOLE, 2006: Climate variables and their role in site discrimination of invasive insect species distributions. *Environmental Entomology* **35**, 958-963.
- PETERS, K., B. GEROWITT, 2012: Wie könnte der Klimawandel das Zusammenspiel von Unkräutern und Feldfrüchten verändern? *Julius Kühn-Archiv* **434**, 35-42.
- POORTER, H., M.L. NAVAS, 2003: Plant growth and competition at elevated CO<sub>2</sub>: on winners, losers and functional groups. *New Phytologist* **157**, 175-198.
- REINEKE, A., D. THIÉRY, 2016: Grapevine insect pests and their natural enemies in the age of global warming. *Journal of Pest Science* **89**, 313-328.
- SALINARI, F., S. GIOSUE, F.N. TUBIELLO, A. RETTORI, V. ROSSI, F. SPANNA, C. ROSENZWEIG, M.L. GULLINO, 2006: Downy mildew (*Plasmopara viticola*) epidemics on grapevine under climate change. *Global Change Biology* **12**, 1299-1307.
- SCHERBER, C., D.J. GLADBACH, K. STEVNBÄK, R.J. KARSTEN, I.K. SCHMIDT, A. MICHELSEN, K.R. ALBERT, K.S. LARSEN, T.N. MIKKELSEN, C. BEIER, S. CHRISTENSEN, 2013: Multi-factor climate change effects on insect herbivore performance. *Ecology and Evolution* **3**, 1449-1460.
- TZANETAKIS, I.E., R.R. MARTIN, W.M. WINTERMANTEL, 2013: Epidemiology of criniviruses: an emerging problem in world agriculture. *Frontiers in Microbiology* **4**, ARTN119.
- ZIMMERMANN, O., B. WÜHRER, H. BATHON, 2008: Untersuchungen zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in Deutschland – Bilanz einer Studie über drei Jahre. *Mitteilungen aus dem Julius Kühn-Institut* **417**, 133.