

Institut für  
Epidemiologie und Pathogendiagnostik

*Institute for  
Epidemiology and Pathogen Diagnostics*

Viren, Bakterien, Pilze und tierische Schaderreger verursachen erhebliche Ertrags- und Qualitätsverluste an Kulturpflanzen. Neben den wirtschaftlichen Einbußen für den Landwirt infolge einer direkten Schädigung der Kulturpflanzen kann auch die Gesundheit von Mensch und Tier betroffen sein, wenn die Ernteprodukte z. B. Toxine als Folge von Pilzinfektionen, potentielle Humanpathogene oder Bakterien mit übertragbaren Antibiotika-Resistenzgenen enthalten.

Die Kontrolle von Schaderregern setzt eine frühe und korrekte Diagnose der Schadursache voraus. Für die Entwicklung von Gegenmaßnahmen ist ein gutes Verständnis der Biologie und Epidemiologie der Schaderreger und der sie beeinflussenden Umweltfaktoren erforderlich.

Kulturpflanzen stehen in enger Wechselbeziehung mit den Organismen in ihrer unmittelbaren Umgebung. Gemeinsam bilden sie das sogenannte Phytobiom. Aktuelle Forschungsarbeiten zeigen die große Bedeutung des Phytobioms für die Pflanzengesundheit. Um dieses Potential im Sinne eines nachhaltigen Pflanzenschutzes besser nutzen zu können, bedarf es eines guten Verständnisses der vielfältigen Beziehungen innerhalb des Phytobioms.

Das Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik beschäftigt sich mit Viren, Bakterien, Pilzen und Nematoden als Schaderregern. Dies geschieht in vier Arbeitsbereichen:

- Epidemiologie von Schaderregern
- Pathogendiagnose
- Variabilität von Schaderregern
- Mikrobiom von Kulturpflanzen

Zur Durchführung seiner vielseitigen Forschungs- und Serviceaufgaben nutzt das Institut ein breites Spektrum verschiedenster Techniken, von der Lichtmikroskopie über die Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie, bis hin zur Konfokalen Laser-Scanning-Mikroskopie und modernen molekularen Verfahren. Das Institut entwickelt polyklonale und monoklonale Antikörper für diagnostische Zwecke und unterhält für seine Forschungs- und Referenzaufgaben umfangreiche Sammlungen von Schaderregern (Viren, Pilze, Nematoden) als auch nützlichen Mikroorganismen für die Pflanzengesundheit. Das Institut berät das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, kooperiert mit dem amtlichen Pflanzenschutzdienst im Bereich Diagnose und führt für das Bundessortenamt Resistenzprüfungen durch.



Prüfung der Resistenz von Gersteherkünften auf Befall mit barley yellow mosaic virus/barley mild mosaic virus  
Test of barley genotypes for resistance towards barley yellow mosaic virus and barley mild mosaic virus



Gewächshaus für wissenschaftliche Versuche zu Wirt-Pathogen-Beziehungen  
Greenhouse facilities for studying host-pathogen interactions



Befall von Möhre mit dem Wurzelgallennematoden *Meloidogyne hapla*  
Damage of carrots caused by the root-knot nematode *Meloidogyne hapla*

Viruses, bacteria, fungi and pests cause significant yield and quality losses on our crops. Farmers face economic losses and food security is at risk. Besides, also the health of humans and animals may be affected if the harvested products contain toxins as a result of fungal infections, potential human pathogens or bacteria with transmissible antibiotic resistance genes.

Control of pests and pathogens requires an early and correct diagnosis of the cause of damage. In addition, the development of control measures requires a good understanding of the biology and epidemiology of the pests and pathogens and the influencing environmental factors.

Crop plants are closely associated with the organisms in their immediate environment. Together they form the so-called phytobiome. Recent research demonstrated the great importance of the phytobiome for plant health. In order to better utilize this potential in terms of sustainable plant protection, a clear understanding of the manifold relationships within the phytobiome is needed.

The Institute of Epidemiology and Pathogen Diagnostics studies viruses, bacteria, fungi and plant-parasitic nematodes as pathogens. This happens in four main research areas:

- Epidemiology of pests and pathogens
- Pathogen diagnostics
- Variability of pests and pathogens
- Microbiome of crops

In order to carry out its versatile research plus associated service tasks, the Institute applies a wide range of different techniques, from light microscopy, transmission and scanning electron microscopy, to confocal laser scanning microscopy and modern molecular techniques. The Institute develops polyclonal and monoclonal antibodies for diagnostics. For research and reference purpose, it maintains extensive collections of pests and pathogens (viruses, fungi, plant-parasitic nematodes) as well as plant health promoting microorganisms. The Institute provides advice to the Federal Ministry of Food and Agriculture, cooperates with the plant protection service in the field of diagnostics and performs statutory resistance tests for the Federal Plant Variety Office.

The Institute is closely linked with university and non-university partners in Germany, Europe and worldwide. It conducts workshops on relevant topics and provides its expertise to national and international bodies and conferences.

Das Institut ist fachlich eng vernetzt mit universitären und außeruniversitären Partnern in Deutschland, Europa und weltweit. Es führt Workshops zu relevanten Themen durch und bringt seine fachliche Expertise in nationalen und internationalen Gremien und Fachtagungen ein.

### Epidemiologie von pflanzlichen Schaderregern

Die Epidemiologie beschäftigt sich mit dem zeitlichen Verlauf von Krankheiten und der Ausbreitung von Schaderregerpopulationen. Ziel der Arbeiten des Instituts ist es, die epidemiologisch relevanten Parameter eines Schaderregers zu erforschen, um mögliche Ansatzpunkte für dessen Bekämpfung zu entwickeln.

Bodenbürtige Viren führen zu hohen Ernteverlusten, unter anderem an Getreide und Zuckerrüben. Die Übertragung der Viren erfolgt durch *Polymyxa*, in deren Dauersporen die Viren über Jahrzehnte infektiös bleiben. Ergebnisse eines bundesweiten Monitorings bestätigten barley yellow mosaic virus (BaYMV) und barley mild mosaic virus (BaMMV) als wichtigste bodenbürtige Viren an Wintergerste. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV), soil-borne barley mosaic virus (SBBMV), soil-borne cereal mosaic virus (SBCMV) und soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV) zunehmend den Getreide-

anbau bedrohen. Neue Resistenzquellen sind dringend erforderlich und werden in enger Zusammenarbeit mit den Pflanzenzüchtern erforscht.

In Deutschland werden zunehmend Hülsenfrüchte angebaut. Über das Auftreten von Viren an Hülsenfrüchten ist bisher wenig bekannt. Im Rahmen einer umfangreichen Erhebung gelang dem Institut nicht nur der Nachweis bereits bekannter Viroser, sondern auch der Erstnachweis neuer Viruserkrankungen, hervorgerufen durch Nanoviren. Die Verbreitung von Nanoviren in Deutschland wird aktuell im Rahmen eines Monitorings erfasst.

Der grenzüberschreitende Handel mit Zierpflanzen eröffnet Viren hervorragende Möglichkeiten der raschen Ausbreitung. Am Beispiel von Hosta wird untersucht, inwieweit ein asymptomatischer Wurzelbefall mit Hosta virus X zur Verbreitung dieses Virus beiträgt. Infektiöse Partikel dieses Virus konnten aus dem Kultursubstrat kranker Hostapflanzen isoliert werden. Dieses Beispiel zeigt, dass phytosanitäre Maßnahmen für die Gesunderhaltung von Beständen unverzichtbar sind.

Arznei- und Gewürzpflanzen sind Nischenkulturen mit einer hohen Wertschöpfung und tragen zur Diversifizierung der landwirtschaftlich genutzten Fläche bei. Der Salbeianbau in



Strichelförmige Vergilbungen an Gerste: Befall mit barley yellow mosaic virus/barley mild mosaic virus  
Chlorotic stripes on barley leaves caused by barley yellow mosaic virus/barley mild mosaic virus



Mit Anilin blau gefärbte Dauersporenballen von *Polymyxa graminis* in Wurzelhaaren von Gerste  
Aniline blue-stained *Polymyxa graminis* resting spores in barley root hairs



Flächendeckender Befall von Erbse mit Nanoviren  
Field infestation of pea with nano viruses

### Epidemiology of plant pests and pathogens

Epidemiology covers the temporal course of diseases and the spread of pests and pathogens. The aim of the Institute's work is to study the epidemiologically relevant parameters of pests and pathogens in order to develop strategies for their control.

Soil-borne viruses can cause high losses on crops, such as cereals and sugar beets. The viruses are transmitted by single-celled Cercozoa of the genus *Polymyxa*, in whose permanent spores the viruses remain infectious for decades. Results of a nationwide monitoring confirmed barley yellow mosaic virus (BaYMV) and barley mild mosaic virus (BaMMV) as the most important soil-borne viruses on winter barley. Furthermore, it was shown that wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV), soil-borne barley mosaic virus (SBBMV), soil-borne cereal mosaic virus (SBCMV) and soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV) are a growing threat for cereal production. New sources of resistance against those viruses are urgently needed and are being investigated in close collaboration with plant breeders.

In Germany, about 60 % of the sugar field acreage is infested with beet virus Q (BVQ), beet soil-borne virus (BSBV) and beet necrotic

yellow vein virus (BNYVV). Recent work investigates the influence of these viruses on the expression of root beardness, the main symptom of BNYVV.

Legumes are increasingly cultivated in Germany. Little is known about the occurrence of viruses on legumes. As part of a comprehensive survey, the Institute not only succeeded in detecting already known viruses, but also in the first detection of new viral diseases caused by nanoviruses. Nanoviruses are a major threat to the cultivation of legumes in Central Europe. Currently, their spread in Germany is being monitored.

International trade of ornamental plants provides excellent opportunities for rapid spread of pathogens such as viruses. Hosta and Hosta virus X are used as a model system to study the extent to which an asymptomatic root infection contributes to the spread of this virus. Infectious particles of Hosta virus X were successfully isolated from the growth substrate of diseased host plants, which underlines the importance of phytosanitary measures to avoid spread of virus infections.

Medicinal and spice plants are minor crops with a high added value that contribute to the diversification of agricultural land.

Deutschland wird durch den Erreger des Falschen Mehltaus, *Peronospora salviae-officinalis*, bedroht. Untersuchungen zur Epidemiologie dieses erst vor kurzem aufgetretenen Pathogens liefern die Voraussetzung für gezielte Bekämpfungsmaßnahmen.

Am Beispiel pflanzenparasitärer Nematoden werden Fragestellungen zur Populationsdynamik in Abhängigkeit von Klimawandel, Anbausystem, sowie Wechselwirkungen mit antagonistischen Mikroorganismen und anderen Schadern untersucht. So konnte gezeigt werden, dass der bisher ausschließlich in Gewächshäusern auftretende wärmeliebende Wurzelgallen nematode *Meloidogyne incognita* in Deutschland im Freiland wenige Jahre überdauern, sich aber nicht dauerhaft etablieren kann. Für die in Deutschland noch recht junge Kulturpflanze Soja konnten Läsionsnematoden als wichtige Schaderreger identifiziert werden. Neben einer direkten Schädigung des Wurzelgewebes reduzieren sie die N-Fixierleistung von Rhizobien in Soja.

An Rosengewächsen kann die sogenannte Nachbaukrankheit oder Bodenmüdigkeit zu erheblichen Ertragsverlusten führen. Als mögliche Schadursache wird ein Pathogenkomplex vermutet. Das Institut untersucht das Mikrobiom und die Nematodengemeinschaften in „apfelmüden“ Böden. In

Experimenten mit geteilten Wurzelsystemen zeigte die im „müden“ Boden gewachsene Wurzelhälfte Wuchsdepressionen und starke Schäden, wohingegen sich die im unbelasteten Boden gewachsene Wurzelhälfte gesund entwickelte. Entsprechend deutlich unterschied sich die Zusammensetzung des Mikrobioms zwischen den beiden Varianten. Es konnte gezeigt werden, dass die für den apfelmüden Boden spezifischen frei-lebenden Nematoden essentiell am Krankheitskomplex beteiligt sind. Das Institut sucht nun nach Möglichkeiten, wie auf „apfelmüden“ Flächen ein nachhaltiger Apfelanbau ermöglicht werden kann.

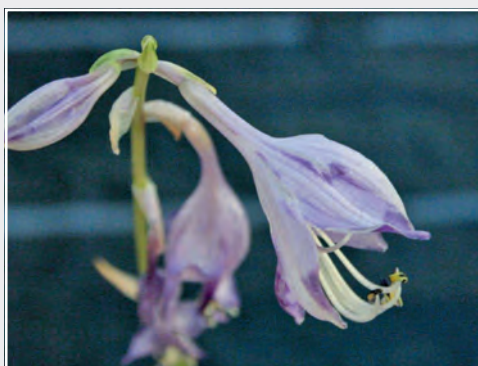
### Pathogendiagnose

Eine Pathogendiagnose umfasst das Erkennen und Benennen einer Krankheit bzw. eines Schadens und die Bestimmung des verursachenden Schaderregers. Die rechtzeitige Diagnose eines Schadens ist Voraussetzung für die Einleitung wirksamer Maßnahmen zum Schutz der Kulturpflanze.

Bei klassischen visuellen Verfahren wie Symptomatologie und Mikroskopie ist eine Diagnose erst nach Auftreten der Schadwirkung möglich. Von modernen Diagnoseverfahren wird dagegen erwartet, dass der Schaderreger bereits vor Auftreten sichtbarer Merkmale erkannt wird.



Wurzelwachstum eines Apfelsämlings in einem gesunden (links) und einem „apfelmüden“ Boden (rechts)  
Root growth of an apple seedling in healthy soil (left) and soil showing apple replant disease (right)



Farbbrechung der Blüte bei *Hosta* hervorgerufen durch *Hosta virus X*  
Discoloration of *Hosta* flower caused by *Hosta virus X*



Angefärbte Individuen des Wurzelgallen nematoden *Meloidogyne incognita* in Tomatenwurzeln  
Stained specimens of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato roots

In Germany, the medicinal plant common sage (*Salvia officinalis*) is threatened by the downy mildew pathogen, *Peronospora salviae officinalis*. Investigations on the epidemiology of this recently emerged pathogen provide the conditions for targeted control measures.

Research on plant-parasitic nematodes focuses on population dynamics affected by climate change, crop rotation, and interaction with antagonistic microorganisms and other pathogens. We were able to demonstrate, that the tropical root-knot nematode *Meloidogyne incognita*, a severe pathogen in greenhouses, can survive winter conditions in Germany for few years, but does not yet establishes permanently.

Soybean is a relatively new crop in Germany, thus, information about it's host status for plant parasitic nematodes is sparse. The Institute identified lesion nematodes as important pathogens for soybean. Besides directly damaging the root tissue, they significantly reduce the N-fixing capacity of rhizobia in soybeans.

The so-called replant disease or soil fatigue can cause significant yield losses on crops within the family Rosaceae like apple. As a possible cause of damage, a pathogen complex is suspected. The Institute studies the microbiome and nematode communities in "dis-

eased" soils. Experiments with split roots showed that the root-half grown in the "diseased" soil was severely suppressed and damaged, while the root-half grown in the healthy soil developed well. Those differences between the two variants were reflected by a complete different composition of the microbiome. Furthermore, "diseased" soils were associated with a distinct nematode community that was involved in the disease complex. Current research focuses on developing strategies for a sustainable apple production on "diseased" soils.

### Pathogen diagnostics

Pathogen diagnosis involves the identification of a disease or damage and the determination of the causing pest or pathogen. The quick and accurate diagnosis of a disease or damage is the prerequisite for the introduction of effective measures to protect the crop.

Classical visual inspections are only possible after the disease effect has already occurred. Modern diagnostic methods are expected to recognize the pathogen even before visible symptoms appear.

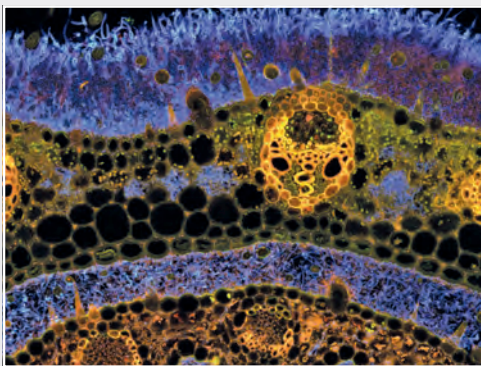
The Institute continuously improves classical methods for pest and pathogen diagnosis. It develops molecular methods for the qualita-

Neben der Optimierung routinemäßig eingesetzter klassischer Methoden der Pathodiagnose entwickelt das Institut molekulare Verfahren zum qualitativen und quantitativen Nachweis von Schaderregern. Darüber hinaus optimiert und validiert das Institut neue Diagnoseverfahren. So wurde z. B. ein Schnelltest basierend auf der Loop-Mediated Isothermal Amplification Methode (LAMP) zum Nachweis des Zwergsteinbrandes des Weizens (*Tilletia controversa*) entwickelt, der zukünftig in der Saatgut- und Exportkontrolle angewendet werden soll. Wir setzen zunehmend Hochdurchsatzsequenzierungen für den Nachweis und die Charakterisierung bereits bekannter Schaderreger ein, speziell in der Virendiagnostik auch für den Nachweis neuartiger Schaderreger oder solcher mit abweichender Genomsequenz. Das Institut beteiligt sich bei der Erstellung von Diagnoseprotokollen für EPPO und IPPC und nimmt regelmäßig an Laborvergleichsuntersuchungen zum Nachweis und zur Bestimmung verschiedener Schaderreger teil.

Aktuell konnten am Institut neue Virusarten und -isolate in Leguminosen detektiert und Routinenachweisverfahren hierfür entwickelt werden. Für die schnelle und sichere Diagnose bodenbürtiger Viren können Züchtungsforscher, Züchter und Anbauer auf die im Institut neu entwickelte

Methode zum PCR-gestützten Direktnachweis verschiedener Getreide- und Rübenviren in Bodenproben zurückgreifen. Zum Nachweis pilzlicher Schaderreger werden licht- und elektronenmikroskopische Techniken in Kombination mit DNA-basierten Verfahren eingesetzt. So konnten kürzlich zwei Schadpilze erstmals für Deutschland bzw. Mitteleuropa nachgewiesen werden: Der nordamerikanische Rostpilz *Thekopsora minima* an der immer beliebter werdenden Strauchheidelbeere und der Schlauchpilz *Sirococcus tsugae* an Zedernarten. Als Verursacher der zunehmend an Rhododendron auftretenden Tumoren wurden Agrobakterien isoliert und charakterisiert. Überraschenderweise zeigte sich, dass in den Tumoren verschiedene Agrobakterien vorkommen. Welche Bedeutung die einzelnen Genotypen für die Krankheitsentwicklung haben, wird gegenwärtig untersucht.

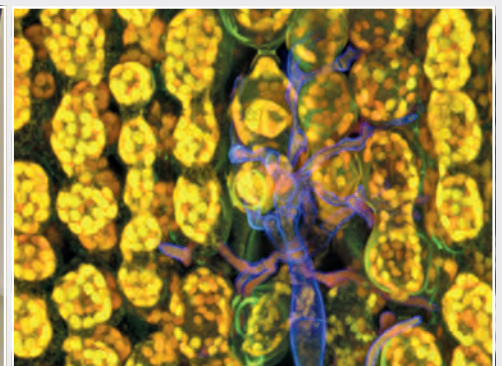
Das Quarantänebakterium *Ralstonia solanacearum* verursacht Welke bei zahlreichen Kulturarten. Das Pathogen kann in Wasser, Boden und alternativen Wirtspflanzen lange überleben. In Ländern, in denen das Bakterium endemisch ist, müssen Böden und Beregnungswasser frei von diesem Schaderreger sein, damit z. B. Kartoffeln oder Tomaten nicht infiziert werden. Hierfür entwickelt und optimiert das Insti-



Stroma mit Fruchtkörpern des endophytischen Pilzes *Epichloe typhina* auf Wolligem Honiggras  
Stroma with fruiting bodies of the endophytic fungus *Epichloe typhina* on meadow soft grass



Konfokales Laser-Scanning-Mikroskop für die Untersuchung von Wirt-Pathogen-Interaktionen  
Confocal laser scanning microscope for studies on host-pathogen interactions



Infektionshyphen des Rostpilzes *Puccinia hordei* auf Gerste  
Infection hyphae of the rust fungus *Puccinia hordei* on barley

tive and quantitative detection of pests and pathogens. New diagnostic procedures are optimized and validated. For example, a rapid test based on loop-mediated isothermal amplification (LAMP) was developed for the detection of dwarf bunt of wheat (*Tilletia controversa*) and might be used in the future for seed testing and export control. Modern high-throughput sequencing allows the rapid detection of novel pathogens or those with a different genome sequence, which is especially relevant in viral diagnostics. The Institute participates in the preparation and validation of diagnostic protocols for the European Plant Protection Organization (EPPO) and the International Plant Protection Convention (IPPC) and regularly participates in laboratory proficiency tests for the detection and determination of various pests and pathogens.

For leguminous plants, new virus isolates and species have been detected. Routine procedures have been developed for their diagnosis and made available to plant inspection bodies. Similar, fast and specific PCR-based methods have been developed for soil samples to detect various soil-borne viruses attacking cereals and sugar beets. Now breeders and growers use these methods.

For the detection and identification of fungal pathogens, the Institute uses light and electron microscopic techniques in combination with DNA-based methods. By this means, two fungal pathogens were detected recently for the first time in Germany and Central Europe: the North American rust fungus, *Thekopsora minima*, on the increasingly popular shrub blueberry, and the fungus *Sirococcus tsugae* on cedar tree species.

Agrobacteria were isolated and identified as causative agents of tumors occurring in rhododendron. Surprisingly, different variants of agrobacteria occurred in the tumors. The relevance of the different genotypes for disease development are currently under investigation.

*Ralstonia solanacearum* is a quarantine bacterium causing wilt symptoms in many crops. The pathogen can survive for a long time in water, soil and alternative host plants. In countries where the bacterium is endemic, soils and irrigation water must be free of this pathogen to avoid infection of potatoes, tomatoes and other crops. For this purpose, the Institute develops and optimizes methods that allow detection of the pathogen without culturing.

tut Methoden, die einen Nachweis unabhängig von seiner Kultivierbarkeit erlauben.

### Variabilität von Schaderregern

Schaderreger zeichnen sich durch eine hohe phänotypische und genetische Variabilität aus. Dies bedeutet eine ständige Herausforderung für Diagnose und Bekämpfung. Das Institut untersucht die Ausmaße der Variabilität und deren Konsequenzen für die Praxis.

Pflanzenviren verändern sich schnell und sind dadurch enorm anpassungsfähig. Leguminosen-infizierende Viren und ihre Wirtspflanzen stehen im Fokus derzeitiger Untersuchungen zur Variabilität von Pflanzenviren.

Bei bakteriellen Phytopathogenen wird die taxonomische Einordnung meist durch Sequenzierung von Genen, die in allen Vertretern einer Art vorkommen, erreicht. Allerdings können Stämme einer Art sehr unterschiedlich pathogen oder sogar apathogen sein. Gene, die für Virulenz, Biofilmbildung oder die Interaktion mit Pflanzen kodieren, sind häufig auf dem flexiblen Genom (Plasmiden, Pathogenitätsinseln) kodiert und tragen zur Variabilität von Phytopathogenen bei.

Wir untersuchen diese Gene, um die Evolution von Pathogenen besser zu verstehen und diagnostische Werkzeuge zu entwickeln.

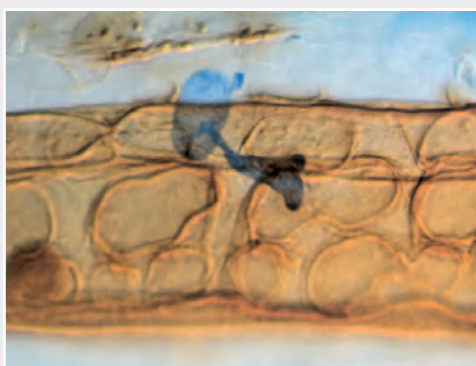
Pflanzenparasitäre Nematoden nutzen Mechanismen zur Steigerung ihrer genetischen Variabilität, um sich ihren Wirtspflanzen schnell anzupassen. Resistenzgene der Kulturpflanzen verlieren so ihre Wirkung. Wir entwickeln molekulare Methoden zur Unterscheidung der Populationen wirtschaftlich relevanter Nematoden, wie dem Rübenzystennematoden. Des Weiteren untersuchen wir die Virulenz dieser Populationen an resistenten und toleranten Zuckerrübensorten und entwickeln darauf aufbauend Strategien für ihre Bekämpfung.

### Mikrobiom von Kulturpflanzen

Ein großer Teil des Pflanzenmikrobioms wird durch das Bodenmikrobiom vorgegeben, das wiederum von der Pflanze selbst durch ihre Wurzelexsudate beeinflusst wird. Molekulare Methoden zeigten, dass organische Dünger, die Art der Bodenbearbeitung, aber auch die Fruchtfolge das Bodenmikrobiom in erheblichem Maße beeinflussen. Zusammensetzung und Aktivität von Mikrobenpopulationen im Boden bestimmen maßgeblich die Pflanzengesundheit und



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Gallmilbe *Aceria tulipae*, einem bedeutenden Virusvektor  
Scanning electron microscopy of the mite *Aceria tulipae*, an important virus vector



Hypersensitive Reaktion im Gerstenblatt nach Befall mit *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*  
Barley leaf infected with (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) showing a hypersensitive response



*Paratylenchus bukowinensis*, ein bedeutender Schadenematode an Sellerie und Möhren  
*Paratylenchus bukowinensis*, an important plant-parasitic nematode on celery and carrots

### Variability of pests and diseases

Pests and pathogens are generally characterized by a high phenotypic and genetic variability. This means a constant challenge for their diagnosis and control. The Institute investigates the range of variability, and its possible consequences in practice.

Due to their propagation mechanisms, plant viruses rapidly form genetically different populations. Thus, they are extremely adaptable and therefore difficult to diagnose. The Institute uses legume-infecting viruses and their host plants as model to study the variability of plant viruses and the underlying mechanisms.

Taxonomic classification of bacterial phytopathogens is usually achieved by sequencing of genes that occur in all species of that taxon. However, strains within a species can differ significantly in their virulence or be even non-pathogenic. Genes that code for virulence, biofilm formation or interaction with plants are often encoded on the flexible genome (plasmids, pathogenicity islands) and contribute to the variability of phytopathogens. We study these genes to better understand the evolution of pathogens and to develop diagnostic tools.

Plant-parasitic nematodes use mechanisms to increase their genetic variability to adapt quickly to their host plants. The variability of those pathogenicity genes allows differentiation between local populations, but it might also result in populations able to break the crop resistance against that nematode. Based on those pathogenicity genes, we developed molecular methods to distinguish populations of economically important nematode species, investigate their virulence and develop strategies for their control. Currently, field populations of beet cyst nematodes are characterized both molecularly and according to their virulence on resistant and tolerant sugar beet cultivars.

### Microbiome of crops

The plant microbiome is mainly recruited from the soil microbiome, which in turn is influenced by the plant itself through its root exudates. Molecular methods showed that organic fertilizers, type of soil tillage, and crop rotation significantly influenced the soil microbiome. The composition and activity of microbial populations in the soil significantly determines plant health and growth. Furthermore, it could be shown that a specific part of the soil microbiome is associated

das Wachstum. Ein spezifischer Teil des Mikrobioms ist mit pflanzenparasitären Nematoden assoziiert und unterstützt die Pflanze bei der Abwehr gegen diese Nematoden.

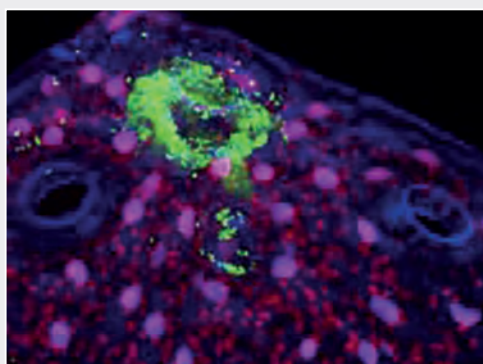
Zystennematoden können zu hohen Ernteaufällen an verschiedenen Getreidearten führen. Mit einer neuen Isolationsmethode wurden parasitische Pilze aus Nematodeneiern isoliert. Dabei wurden für die Wissenschaft neue Pilzarten und bislang unbekannte Naturstoffe entdeckt, die großes Potential für die Bekämpfung der Zystennematoden zeigen.

"Priming" erlaubt vorbehandelten Pflanzen, bei späteren Stress-Situationen schneller und stärker zu reagieren. „Priming“ kann durch bestimmte Pflanzen-assoziierte Bakterien ausgelöst werden. Es beeinflusst das pflanzliche Immunsystem positiv und verbessert so die Abwehr von Schaderregern. Wir versuchen Priming mit Hilfe des pflanzenassoziierten Mikrobioms gezielt zu induzieren und sein resistenzvermittelndes Potential in Züchtungsprogramme zu implementieren.

Obst und Gemüse werden immer häufiger als „ready-to-eat“ Produkte konsumiert. Sie können in bestimmten Fällen Humanpathogene, wie z. B. *Salmonella*, oder Bakterien mit

übertragbaren Antibiotikaresistenzen enthalten. Die Besiedelung von Pflanzen mit humanpathogenen Bakterien ist ein aktiver Prozess. Wir erforschen, welche biotischen und abiotischen Faktoren das Vorkommen und die genetische Ausstattung von Humanpathogenen und Bakterien mit übertragbaren Antibiotikaresistenzen in Kulturböden beeinflussen.

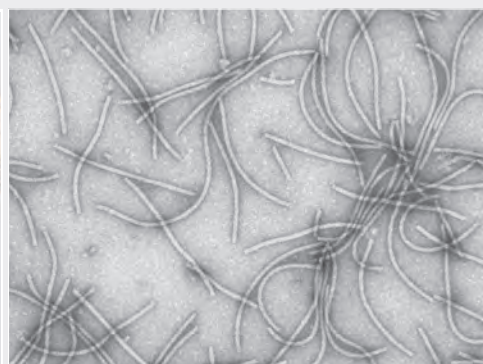
Bakterien passen sich durch mobile genetische Elemente, z. B. übertragbare Plasmide, schnell an veränderte Bedingungen an. Ein Beispiel hierfür ist die Antibiotikaresistenz. Antibiotikaresistente Bakterien können über Gülle oder Beregnungswasser auf landwirtschaftliche Flächen gelangen. Treten solche Bakterien an Salaten, Kräutern oder Früchten auf, können sie vom Menschen aufgenommen werden und im schlimmsten Fall die Bekämpfung bakterieller Infekte mit Antibiotika gefährden. Das Institut untersucht die Verbreitungswege der Resistenzgene. So konnte gezeigt werden, dass sich im Wurzelraum von Pflanzen Bakterien mit übertragbaren Plasmiden anreichern, die für den Abbau von Pflanzenabwehrstoffen oder Pestiziden wichtig sind. Ferner zeigten Sequenzanalysen, dass diese Plasmide genetische Elemente tragen, die die Verbreitung von Antibiotikaresistenzgenen begünstigen.



Besiedlung eines Salatblatts mit grün fluoreszierenden *Salmonella*-Bakterien  
Lettuce leaf colonized by green fluorescent *Salmonella* bacteria



Ei von *Heterodera filipjevi* mit rötlichem Mikro-sklerotium des Pilzes *Ijuhya vitellina*  
Egg of *Heterodera filipjevi* with reddish microsclerotium of the fungus *Ijuhya vitellina*



Transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme gereinigter Hosta virus X Partikel  
Transmission electron micrograph of purified Hosta virus X particles

with plant-parasitic nematodes and protects the plant against nematode attack.

Cyst nematodes are severe pathogens on cereal. We developed a method for the isolation of egg-pathogenic fungi. The procedure resulted in the discovery of a number of new fungal species and so far unknown natural products produced by those fungi. Those natural products showed great potential for controlling cyst nematodes.

The effect of "priming" allows pre-treated plants to respond faster and more responsively in upcoming stress situations. Among others, certain plant-associated bacteria can trigger this effect. "Priming" has a positive effect on the plant immune system and thus improves the plant defense against pests and pathogens. We investigate how the plant-associated microbiome can be used specifically to induce "priming" and how this resistance-conferring potential can be implemented in breeding programs.

Consumers buy fruits and vegetables increasingly as "ready-to-eat" products. In certain cases they can contain human pathogens such as *Salmonella* or bacteria with transferable antibiotic resistance.

The colonization of plants with human pathogenic bacteria is an active process. We study how biotic and abiotic factors influence the occurrence and genetic makeup of human pathogens and bacteria with transferable antibiotic resistance in cultivated soils and how they colonize plants.

Bacteria can quickly adapt to changing conditions by utilizing mobile genetic elements, such as transferable plasmids. Transferable plasmids can carry for example antibiotic resistance genes. Resulting antibiotic-resistant bacteria can infest agricultural land via manure or irrigation water. If such bacteria colonize lettuce, herbs or fruits, that are consumed unprocessed, those bacteria can be taken up by humans and, in the worst case, interfere with antibiotic treatments. The Institute investigates the distribution pathways of those resistance genes. It could be demonstrated that bacteria carrying transferable plasmids involved in degradation of plant secondary metabolites or pesticides accumulated in the rhizosphere of plants. As shown by sequence analysis, those plasmids also carried genetic elements that promote the distribution of antibiotic resistance genes.

## Leiter Head

Prof. Dr. Johannes Hallmann

## Vertreter Deputy

Prof. Dr. Kornelia Smalla

## Adressen Addresses

Julius Kühn-Institut (JKI)  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik

Julius Kühn Institute (JKI)  
Federal Research Centre for Cultivated Plants  
Institute for Epidemiology and Pathogen Diagnostics

Messeweg 11/12  
38104 Braunschweig, Germany  
Tel./Phone : +49 (0)531 299-3701  
Fax: +49 (0)531 299-3006  
ep@julius-kuehn.de

Erwin-Baur-Straße 27  
06484 Quedlinburg, Germany  
Tel./Phone: +49 (0)3946 47-502  
Fax: +49 (0)3946 47-500  
ep@julius-kuehn.de

Toppeideweg 88  
48161 Münster  
Tel./Phone: +49 (0)251 87106-0  
Fax: +49 (0)251 87106-33  
ep@julius-kuehn.de

Das JKI vereint unter seinem Dach 17 Fachinstitute an 10 Standorten.  
The JKI combines the competence of 17 specialized institutes at 10 different sites.



<https://www.julius-kuehn.de/ep>  
<https://www.julius-kuehn.de>

DOI 10.5073/jki.2019.003  
Juni/June 2019