

+++ JKI in detail +++ JKI in detail +++ JKI in detail +++ JKI in detail



tail +++ JKI im Detail +++ JKI im Detail +++ JKI im Detail +++ JKI im Detail

Institut für
**ökologische Chemie, Pflanzenanalytik
und Vorratsschutz**

*Institute for
**Ecological Chemistry, Plant Analysis
and Stored Product Protection***



Abb. 1: Standort des Instituts in Berlin-Dahlem. Ein Teil der Labore befindet sich noch in Quedlinburg
Fig. 1: Headquarters of the Institute in Berlin-Dahlem. Several laboratories are still located in Quedlinburg



Abb. 2: Geschlossener Staubsammler im blühenden Winterraps
Fig. 2: Closed dust collector in flowing winter oilseed rape

Das **Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz** bearbeitet querschnittsorientiert sowohl Forschungsprojekte als auch hoheitliche Aufgaben (Abb. 1).

Im Bereich der **ökologischen Chemie** werden im Sinne eines vorbeugenden Verbraucherschutzes die Auswirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen auf Agrarökosysteme untersucht und experimentelle Grundlagen erarbeitet, um Stoffflüsse und ihre Wirkungen in der Kulturlandschaft wirklichkeitsnah zu erfassen. Das Interesse gilt dabei vor allem den Stoffen, die zum Schutz der Pflanzen im konventionellen und ökologischen Landbau angewendet werden. In diesem Zusammenhang werden Studien zu deren Wirkung auf Nichtzielorganismen sowie zum Verhalten und Verbleib, einschließlich des Anreicherungs- und Abbauverhaltens in Wasser, Boden, Luft, Tieren und Pflanzen, durchgeführt. Hieraus leiten sich hoheitliche Aufgaben ab, wie z. B. die Bewertung der Risiken von Pflanzenschutzmitteln (PSM) im Hinblick auf Nutzarthropoden und Bodenfruchtbarkeit, die Prüfung der Wirksamkeit von Vorratsschutzmitteln und Biozidprodukten sowie die Aufklärung von Schäden durch zugelassene PSM an Bienen (Abb. 2).

In Kooperation mit anderen JKI-Instituten werden im Bereich der **Pflanzenanalytik** Projekte zur Metabolomforschung an Kulturpflanzen mittels chromatografischer und spektroskopischer Analysetechniken ausgeführt. Bei diesen Arbeiten, die überwiegend mittels Metabolite-Profilierung durchgeführt werden, stehen die Verbesserung der Aromaqualität und der gesundheitliche Wert von Obst und Gemüse im Vordergrund. Darüber hinaus werden mit Hilfe verschiedener Metabolomics-Techniken Inhaltsstoffe identifiziert, denen eine dominierende Rolle bei der Abwehr von Pflanzenpathogenen zukommt.

Der **Vorratsschutz** forscht an Verfahren zur Vermeidung, Früherkennung und Bekämpfung vorratsschädigender Organismen. Im Fokus stehen dabei sowohl neue physikalische, biologische, biotechnische und chemische Verfahren sowie deren Überprüfung auf die notwendige Wirksamkeit. Dabei stellen zahlreiche Insektenzuchten für den Vorratsschutz sowie die Möglichkeit zur Durchführung von Experimenten im halbtechnischen Maßstab national und europaweit Alleinstellungsmerkmale dar.

Bewertung der Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln im Rahmen des Zulassungsverfahrens

Das Institut ist bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit der Bewertung der Wirksamkeit von Vorratsschutzmitteln beteiligt. Alle anderen Pflanzenschutzmittel werden im Rahmen der

The **Institute for Ecological Chemistry, Plant Analysis and Stored Product Protection** performs interdisciplinary research work and fulfils also several sovereign duties (Fig. 1).

In the area of **ecological chemistry** the consequences of plant protection procedures on agrarian ecosystems are investigated in terms of a preventive consumer protection. Also the experimental background is developed for an improved comprehension of interactions occurring with anthropogenic substances in the cultivated landscape. At this the main interest is focused on those plant protection products (PPP) which are applied in conventional and organic farming. In this context harmful effects on non-target organisms as well as the fate and behavior of substances in the environment (water, soil, air, animals and plants) are studied. Herefrom sovereign tasks such as risk assessment of PPP with special regard to beneficial arthropods, soil fertility, efficacy tests for stored product pests, biocides and poisoning incidents of bees arise (Fig. 2).

In cooperation with other JKI institutes collaboration projects related to **metabolism research of cultivated plants** are carried out applying different chromatographic and spectroscopic methods. The predominant aim of these tasks, which are mainly performed by metabolite profiling, is to improve the aroma quality and health value of selected fruit and vegetable species. Furthermore, by means of various metabolomic techniques, plant substances possessing a dominant function in plant protection are identified.

In the area of **stored product protection research** methods to prevent stored product pests as well as methods for pest monitoring and pest control are carried out. In this respect the focus is on new physical, biological, biotechnical and chemical methods and their individual efficacy. Nationally unique is not only a comprehensive collection of different stored product insects but also the opportunity to perform experiments on a pilot plant scale.

Evaluation of the efficacy of plant protection products within the approval process

The Institute contributes to the consultation process between authorities within the approval of PPP by assessing the efficacy of substances to be applied to protect stored products and by assessing undesired effects on sustainable plant production (beneficials and other non-target organisms) (Fig. 3).

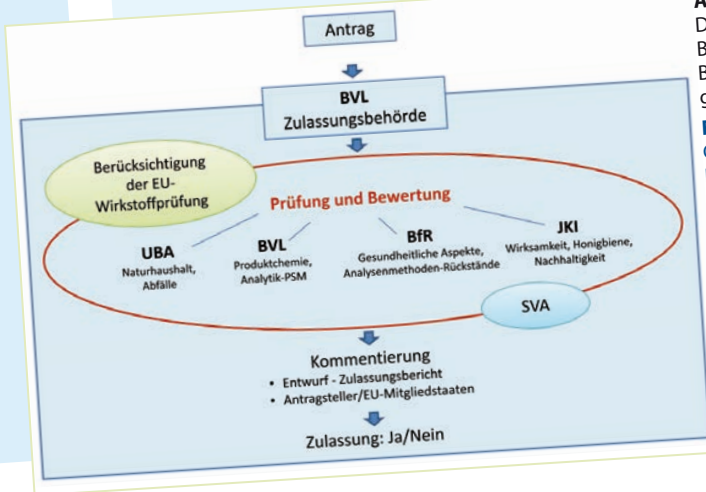


Abb. 3: Schema für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland (Stand: Dez. 2011), UBA: Umweltbundesamt, BVL: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, BfR: Bundesinstitut für Risikobewertung, SVA: Sachverständigenausschuss

Fig. 3: Approval scheme of plant protection products in Germany (status 2011-12), UBA: Federal Environment Agency, BVL: Federal Office of Consumer Protection and Food Safety, BfR: Federal Institute for Risk Assessment, SVA: Commission of experts

Wirksamkeitsprüfung auf unerwünschte Auswirkungen auf die nachhaltige Pflanzenproduktion (Abb. 3) bewertet.

In Deutschland waren im April 2012 im Bereich Vorratsschutz 19 Insektizide/Akarizide mit insgesamt 10 verschiedenen Wirkstoffen (sowie 6 Rodentizide mit insgesamt 4 verschiedenen Wirkstoffen) zugelassen. Auffällig ist dabei die Dominanz von 12 Begasungsmitteln gegenüber 7 Kontaktmitteln. Um Resistenzen bei Vorratsschädlingen vorzubeugen und Vorratsgüter weiterhin ohne Befall ausliefern zu können, müssen zukünftig verstärkt die Kriterien der guten fachlichen Praxis, die Hygienebestimmungen sowie die Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit berücksichtigt werden. Hierbei kommt der Verwendung inerter Gase (z. B. CO₂ und N₂) sowie der Verwendung physikalischer Methoden wie Hitze und Kälte eine besondere Bedeutung zu.

Die Bewertung der Auswirkungen von PSM auf die nachhaltige Pflanzenproduktion ist Teil der Erklärung des JKI zur Wirksamkeit der Mittel. Pro Jahr werden 150 - 200 Berichte erstellt, die die Auswirkungen von PSM auf relevante Antagonisten von Schadorganismen, auf wichtige Vertreter der Bodenmakroorganismen und auf die mikrobielle Aktivität zum Thema haben.

Ziel dieser Bewertung ist die Kennzeichnung der Mittel hinsichtlich ihrer Auswirkung auf Nutz- und andere Nichtzielorganismen auf der Zielfläche als Hinweis für die gute landwirtschaftliche Praxis (Anwendung des integrierten bzw. biologischen Pflanzenschutzes). Der allgemeine Nutzen liegt in einer geringeren Umweltbelastung und in geringeren Auswirkungen auf nicht zu den Zielgruppen gehörenden Arten, was dem Erhalt der biologischen Vielfalt dient.

Bestimmung von Pflanzenschutzmittel-Rückständen in Bienen

In jedem Jahr werden Vergiftungen von Bienenvölkern durch Pflanzenschutzmittel gemeldet, obwohl alle Mittel hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Bienen geprüft und gekennzeichnet werden. Gemäß Pflanzenschutzgesetz ist es Aufgabe des Julius Kühn-Instituts, diese Schadensfälle zu untersuchen.

Mit Ausnahme von 2003 (Bienensterben in Niedersachsen) wurden zwischen 2000 und 2007 jährlich 50 bis 130 Proben chemisch analysiert. Seit dem Bienensterben in Baden-Württemberg im Jahr 2008 ist die Zahl auf 200 bis 300 Proben pro Jahr angestiegen. Im Rahmen einer Reorganisation kann seit 2011 sichergestellt werden, dass die Befunde für alle Proben im Durchschnitt bereits nach 14 Tagen vorliegen.

By April 2012, 19 insecticides/acaricides consisting of 10 different active substances and 6 rodenticides consisting of 4 different active substances were approved in Germany. The dominance of 12 fumigation products compared to 7 contacting agents is striking. In order to guard against resistance of pests relevant to impair stored products, and to avoid infestation of stored products in future, more effort has to be put into criteria of good technical practice, regulations of hygiene and the requirements of food safety. The application of inert gases (e. g. CO₂, N₂) and the use of physical methods including heat and cold may become more important.

The evaluation of effects of PPP on the sustainable plant production is part of the consultation procedure concerning the efficacy evaluation of the product. Per year 150 – 200 assessment reports are completed to be added to the consultation report. These reports comprise the assessment of effects on relevant antagonists of pests, on relevant indicators of soil macro-organisms and on soil microbial activity.

The assessment aims to classify the products according to their effects on beneficial and other non-target organisms in the production area as a feature of good agricultural practice, taking into consideration the aspects of integrated and biological pest control. Reduced environmental pollution and reduced effects on non-target species result in general benefit, and contribute to the maintenance of biological diversity.

Determination of plant protection product residues in bees

Poisonings of bee colonies by PPP are indicated annually although all products are examined and marked regarding their effect for bees. It is task of the Julius Kühn Institute to examine these poisoning incidents in accordance with the German plant protection law.

With exception of 2003 (substantial bees dying in Lower Saxony) from 2000 to 2007 about 50 to 130 samples per year were chemically analyzed. The number has increased to 200 to 300 per year since the great poisoning incidents in Baden-Wuerttemberg in 2008. Due to a reorganization process the results can be supplied within a 15 days period since 2011.

In the investigation years 2008 to 2011 between 30 and 35 insecticides were detected in the bee samples. Apart from clothianidin, which was found in many of them (52 %) because



Abb. 4: Versuchskäfig mit Kartoffelpflanzen (A), Zuckerlösung saugende Honigbiene (B), Brutrahmen mit Honigbienen und Königin (C)
Fig. 4: Test cage with potato plants (A), sugar solution sucking honey bee (B), brood frame with honey bees and queen bee (C)

In den Untersuchungsjahren 2008 bis 2011 wies das Institut zwischen 30 und 35 verschiedene Insektizide in den Bienenproben nach. Abgesehen von Clothianidin, das im Jahr 2008 in sehr vielen (52 %) der chemisch untersuchten Proben vorhanden war, ist Thiacloprid das in jedem Jahr am häufigsten gefundene Insektizid (2011 in 60 % der Bienenproben), gefolgt von Dimethoat, Omethoat (2011 in etwa 20 % der Proben) und Pirimicarb (2011 in 14 % der Proben). Details zur Arbeit der Untersuchungsstelle für Bienenvergiftungen sind auf der Internetseite <http://bienen.jki.bund.de> zu finden.

Bei einem Massenbefall von Kartoffelpflanzen mit Blattläusen wird in größerem Umfang Honigtau produziert, den Bienen bei Mangel an Nektarquellen alternativ sammeln. Werden die Pflanzen mit einem bienengefährlichen Mittel behandelt, können sich Bienen prinzipiell durch das Sammeln des kontaminierten Honigtaus vergiften. Das Institut führt seit 2008 Käfig-Versuche mit Bienenvölkern durch (Abb. 4), um zu klären, ob PSM-Rückständen auf bzw. in Kartoffelpflanzen und Bienen verbleiben und wie sich dies auf Bienen auswirkt. Bei den Kartoffeln zeigte sich ein Wirkstoff-spezifischer Abbau in Abhängigkeit von der jeweiligen Lagerungsart. Der Nachweis von Clothianidin lag beispielsweise in den nass gelagerten Kartoffelpflanzen nach 7 Tagen Lagerung bei 85 % und nach 14 Tagen Lagerung noch bei 30 % des applizierten Wirkstoffgehaltes. Die chemischen Analysen der Bienen, die die Versuche überlebten, zeigten, dass es in jedem Fall zu einem Eintrag der verwendeten Wirkstoffe ins Bienenvolk kam.

2011 führte das Institut erstmals vierwöchige Zeltversuche mit Bienen in einem Rapsfeld auf dem Versuchsfeld in Berlin-Dahlem durch. Das mit beta-Cyfluthrin, Clothianidin und Thiram gebeizte Raps-Saatgut wurde nacheinander mit Acetamiprid sowie einer Mischung aus Bifenthrin und lambda-Cyhalothrin vor der Blüte behandelt. Anstoß für diesen Versuch gab der Nachweis des Beizwirkstoffes Clothianidin in Rapsblüten. Dies warf die Frage auf, ob in Raps sammelnde Bienen das Insektizid ins Bienenvolk eintragen und es damit zu einer konstanten Belastung des Volkes bzw. auch Schädigung der Brut kommen kann.

Überprüfung von abdriftmindernder Pflanzenschutztechnik durch Gewässermonitoring

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Gewässerschonender Pflanzenschutz zur Erhaltung gewachsener Obstbaulandschaften Deutschlands“ wurde im Verbund mit dem Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz (JKI), mit Pflanzenschutzämtern und Obstbau-Betrieben neue Techniken zur Abdriftminderung bei Pflanzenschutzgeräten im Alten Land und am Boden-

of the poisoning incidents in Baden-Wuerttemberg in 2008, thiacloprid was the most frequently found insecticide in each year (2011 in 60 % of the bee samples), followed by dimethoate, omethoate (in about 20 %) and pirimicarb (in 14 %) in 2011. Details on the work of the investigation section for bees poisoning can be found on the website <http://bienen.jki.bund.de>.

Cage experiments with bee colonies have been conducted since 2008 to clarify questions to the fate of insecticide residues on and in potato plants and bees plus their effect on bees (Fig. 4). These studies were initiated because it is well known that in the case of massive aphid infestation on plants a larger quantity of honey dew is produced, which is collected by the bees if they suffer from lack of other nectar sources. If these plants are treated with a PPP dangerous for bees, they can poison themselves in principle by collecting the contaminated honey dew. The results of the accomplished study showed an active substance-specific degradation as a function of the respective kind of storage. Regarding the results for clothianidin for example, after 7 days 85 % and after 14 days still 30 % of the applied active substance content were found in the wet stored potato plants. The chemical analyses of the bees which survived the trial showed a contamination of the bee colony with the applied substance in any case.

In addition, 2011 the Institute conducted a tent experiment with bees in a rape field on the experimental area in Berlin-Dahlem. The rape seed was dressed with beta-cyfluthrin, clothianidin and thiram. The rape plants were treated consecutively with acetamiprid and a mixture of bifenthrin and lambda-cyhalothrin before blooming. This experiment was initiated by the detection of the seed dressing substance clothianidin in the blossoms of rape. This posed the question, whether bees collecting pollen and nectar in rape carry the insecticide into the colony and thereby cause its constant exposure and a damage of the brood as well.

Survey of drift reducing plant protection techniques by monitoring of water bodies

Within the research project “Water-friendly plant protection to conserve grown orchard landscapes in Germany”, new drift reducing spraying techniques were developed in cooperation with the JKI Institute for Application Techniques in Plant Protection, various Plant Protection Services of the German states and farmers, and subsequently tested in the fruit-



Abb. 5: Schwimmer mit Petrischalen zur Erfassung der Wirkstoffdeposition

Fig. 5: Floater with Petri dishes to collect deposits of active substances



Abb. 6: Regenwurm-Freilandbeprobung im Weinbau

Fig. 6: Earthworm field sampling on a vineyard

sees untersucht. Hauptziel der Entwicklungsarbeit war es dabei, die Abdriftraten soweit zu minimieren, dass Pflanzenschutz auch in geringem Abstand zu Gewässern unter Gewährleistung des Gewässerschutzes möglich ist. Durch ein Gewässermonitoring unter Praxisbedingungen wurden in 67 Versuchen mit 8 Geräten die nach Behandlung der Obstanlagen in angrenzende Gräben oder Bäche verdrifteten Wirkstoffmengen erfasst (Abb. 5). Die ökotoxikologische Bewertung zeigte, dass etwa 99 % Abdriftreduzierung notwendig sind, damit die für den Obstbau relevanten Mittel im Abstand von etwa 5 m zu Gewässern ohne Gefahr für aquatische Lebensgemeinschaften eingesetzt werden können. Im Ergebnis konnten die Eignung der getesteten Geräte für die gewässernahe Applikation unter Praxisbedingungen bewertet und in diesem Zusammenhang insbesondere zwei Geräte mit Recycling- bzw. Sensortechnik empfohlen werden. Mit derartiger Technik kann in gewässerreichen Anbauregionen die Nachhaltigkeit im Obstbau gesichert werden.

Verbleib und Auswirkungen kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel auf Sonderkulturflächen

Mit der befristeten Aufnahme des Wirkstoffs Kupfer in den Anhang I der Richtlinie 91/414 EWG steht sowohl auf nationaler wie auf internationaler Ebene der Verbleib von Kupfer im Boden und dessen Auswirkungen auf Bodenorganismen erneut im Blickfeld. In Absprache mit dem BMELV, Behörden und Verbänden erstellte das Institut in breit angelegten Felderhebungen eine differenzierte Übersicht zur aktuellen Kupferbelastungssituation in den Hauptsonderkulturen des Ökologischen Landbaus (Wein, Hopfen, Baumobst). Details zu den Erhebungen sind auf der Internetseite <http://kupfer.jki.bund.de> dargestellt.

Die ermittelten Daten zur Belastungsverteilung sowie zur Expositionsabschätzung (mobile Anteile im NH_4NO_3 - und CaCl_2 -Extrakt) liefern eine gute solide Basis, um solche Anbauflächen auszuwählen, die die Vielfalt der das Bodenleben bestimmenden Einflussgrößen abbilden. Erwartungsgemäß hat sich die Bewirtschaftungsdauer als maßgeblich für die Belastungshöhe herausgestellt. Zur Abschätzung der Auswirkungen auf das Bodenleben wurden - als Pilotprojekt - unter Berücksichtigung der breiten Spanne der bestimmten Kupfergesamtgehalte auf den Bewirtschaftungsflächen insgesamt 8 Betriebe in den Anbaubereichen Pfalz, Rheinhessen, Mittelmosel und Baden für eine Freilandbeprobung der Regenwurmlebensgemeinschaft im ökologischen Weinbau ausgewählt. Die Beprobungen vor Ort wurden von genormten biologischen Labortests zu wichtigen Indikatoren der Bodenmakro- und Bodenmikroorganismen mit Bodenproben des Aushubs begleitet. Damit erhielten die Wis-

growing regions "Altes Land" near Hamburg and around Lake Constance. The main aim of the developmental work was to reduce drift rates to such an extent that plant protection was possible in compliance with water protection even at low distances to water bodies. By a chemical monitoring of water bodies, the amounts of active substances that drifted into adjacent ditches or streams after treatment of orchards under conditions of practice were measured in 67 experiments with 8 sprayers (Fig. 5). The ecotoxicological assessment showed that a reduction of spray drift by approx. 99 % is needed to employ all pesticides relevant in fruit-growing in a 5 m distance to waters without endangering aquatic communities. As a result, the suitability of the tested sprayers for application close to waters could be appraised. Especially a tunnel sprayer with re-circulation technique and a sprayer equipped with cross flow fan and sensor controlled nozzle regulation could be recommended. These techniques help to assure the sustainability of fruit-growing in regions rich in waters.

Fate and effects of copper containing plant protection products applied to specialized crops

Due to the temporary uptake of the active substance copper in Annex I of EEC Guideline 91/414 the fate of copper in soil and effects on soil dwelling organisms have again come to the fore on a national and international level. As agreed by the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection, authorities and associations, a differentiated field survey about actual copper loads has been made available for the main specialized cultures of organic farming (viticulture, hops and fruits). Details of the surveys are presented under web site <http://kupfer.jki.bund.de>.

The data gained upon the copper load as well as its distribution are intended to enable the selection of characteristic cultivation types for each site, which, in combination with a refined exposure analysis (available fraction in the NH_4NO_3 - and CaCl_2 -extract) are representing the diversity of factors that may have an impact on the soil biosystem. As expected, the duration of cultivation has revealed to be a main factor for the extent of copper contamination. For the assessment of the effects on soil biota, 8 vineyards covering the major part of the range of copper loads were selected from wine-growing areas in the Pfalz, Rheinhessen, Mittelmosel and Baden region to result in a field survey of

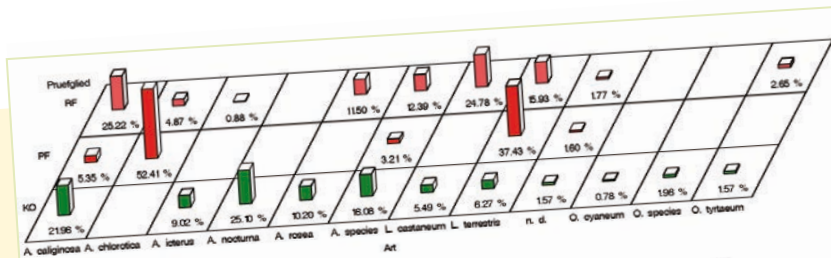


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der Regenwurm-Abundanzen auf Artenebene. Kontrolle (KO), Prüffläche (PF), Referenzfläche (RF) eines Weinbau-Betriebes in Rheinland-Pfalz. Die Kürzel EN, AN und EP bezeichnen die Lebensformen Endogäische, Anezische und Epigäische

Fig. 7: Percentual distribution of the earthworms abundance on species level. Control (KO), test area (PF), reference area (RF) of a vineyard located in Rhineland-Palatinate. Abbreviations EN, AN and EP are related to endogeics, epigeics and anecics

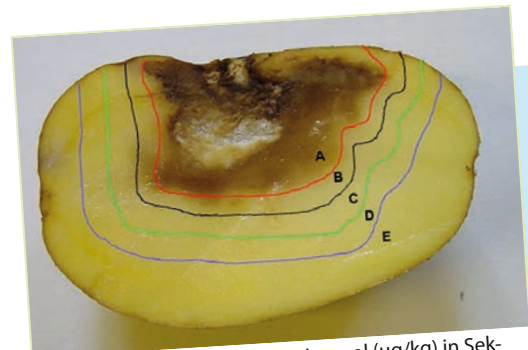


Abb. 8: Gehalt an Diacetoxyscirpenol ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in Sektoren unterschiedlicher Entfernung vom Infektionsort mit *Fusarium sambucinum*
 A: 1650 ± 310 ; B: 450 ± 170 ; C: 220 ± 110 ; D: 85 ± 75 ; E: 0

Fig. 8: Concentration of diacetoxyscirpenol ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in sections with different distances from the infection point by *Fusarium sambucinum*
 A: 1650 ± 310 ; B: 450 ± 170 ; C: 220 ± 110 ; D: 85 ± 75 ; E: 0

senschaftler eine zusätzliche Interpretationshilfe der multifaktoriell beeinflussten Freiland-situation.

Die Freilanduntersuchungen (Abb. 6) ergaben in allen untersuchten Flächen eine Reduktion der Artenzahl bei den Mineralbodenbewohnern. Im Falle geringerer Belastung ($< 100 \text{ mg Cu}/\text{kg}$ Boden) war diese Lebensform zwar noch zahlenmäßig präsent, aber nur durch eine Art repräsentiert. Bei hohen Gehalten ($> 200 \text{ mg Cu}/\text{kg}$ Boden) bestimmten Streubewohner (epigäische Formen) und Tiefengräber (anezische Formen) die Lebensgemeinschaft bei einer deutlich reduzierten Gesamtabundanz. In der Mehrzahl der untersuchten Flächen reichte eine Auftrennung nach der Lebensform aus, um Effekte sichtbar zu machen (Abb. 7).

Ähnlich wie in früheren Laboruntersuchungen erwies sich der Regenwurmflychttest (48 h) als die empfindlichste Testmethode. Auch der mit drei Wochen erheblich längere Enchyträen-Reproduktionstest und Tests mit Larven des Laufkäfers *Poecilus cupreus* zeigten Effekte an. Die euedaphisch lebende Collembolenart *Folsomia candida* erwies sich als unempfindlich. Die mikrobiologischen Funktionstests zeigten sich vom Ausmaß der Kupferbelastung eher unbeeindruckt, sodass diese Ergebnisse noch einer weiteren Analyse zu unterziehen sind. Die Unterschiede in den Ergebnissen der Freiland- und Laborstudien lassen sich möglicherweise mit der eher geringen Bioverfügbarkeit der gealterten Kupfer-Rückstände für die Labortestsysteme erklären, während die Freilanddaten das Bild einer längerfristigen Entwicklung auf Populationsebene widerspiegeln.

Analyse und Bewertung von Mykotoxinen

Heute sind mehr als 400 Schimmelpilz-Toxine bekannt, die auf dem Feld (z. B. Getreide, Gemüse), während der Lagerung (Nüsse, Kartoffeln, Obst, Kaffee) oder in Fertigprodukten gebildet werden können. Aufgrund der hohen gesundheitlichen Risiken für den Verbraucher (kanzerogen, immunsuppressiv, zelltoxisch, frucht-schädigend, östrogen) liegen national und international für die wichtigsten Mykotoxine zulässige Höchstmengen für Lebens- und Futtermittel vor. Landwirte müssen deshalb wissen, unter welchen Bedingungen Schimmelpilze in den verschiedenen Kulturen Toxine produzieren können. Dafür gilt es geeignete Vermeidungsstrategien zu entwickeln.

Das Institut untersucht bisher vor allem die Bildung von Mykotoxinen in Getreide, Mais, Kartoffeln und Zwiebeln näher. Dabei wird u. a. festgestellt, dass Pilzstämmen, die Toxine in Weizen

the earthworm coenoses. All surveys were accompanied by standardized biological laboratory tests to improve the interpretation of the multivariate field situation.

As a result of the field survey, a reduction in species abundance was detected at all sites selected for the sub-soil dwelling worms (endogeics) (Fig. 6). In cases of minor loads (less than $100 \text{ mg Cu}/\text{kg}$ soil) this life-form was still numerically present but only represented by one species. At higher levels, e. g. of more than $200 \text{ mg Cu}/\text{kg}$ soil this life-form was completely absent and species of the litter dwelling form (epigeics) and worms that construct deep burrows (anecics) were dominating the community at an overall reduced level of total abundance. In the majority of cases, a differentiation into life-forms was sufficient to reveal effects (Fig. 7).

Similar to laboratory tests performed formerly, the earthworm avoidance test (48 h) turned out to be the most sensible test method. The enchytraeid reproduction test, which lasts three weeks, and the test using larval stages of the carabid *Poecilus cupreus* showed also effects whereas the euedaphic soil dwelling collembolan species *Folsomia candida* was not sensitive at all. The microbiological functional tests showed only little or no response with respect to the level of copper contamination indicating a requirement of additional analyses of the results. Differences in the results of field surveys and laboratory testing may be explained by the lower availability of aged residues for the laboratory test systems compared to the responses documented by the survey results representing a long term development on population level.

Analysis and assessment of mycotoxins

More than 400 mycotoxins have been known so far, which may be formed in the field (e. g. in cereals and vegetables), during storage (in nuts, potato tubers, fruit and coffee beans), or in finished products. Nationally and internationally, maximum levels have been established for the most relevant toxins in food and feed for their high risks to human health (mycotoxins may be cancerogenic, immune suppressive, cell toxic, teratogenic, estrogenic). Therefore, farmers need to know under which conditions fungi are capable of producing mycotoxins in several crops in order to develop necessary preventive measures.

The Institute has been investigating the formation of



Abb. 9: Sensorische Prüfung von Äpfeln bei Rotlicht
Fig. 9: Sensory evaluation of apples at red light



Abb. 10: Aufbereitete Proben unterschiedlicher Erdbeer-Zuchtklone für die Hochdurchsatz-Aromaanalyse mittels GC-MS-TOF

Fig. 10: Extracts obtained from different strawberry clones ready-prepared for high-throughput screening by GC-MS-TOF

bilden, die Ähren wesentlich stärker infizieren, wenn die Spelzen der Blüten geöffnet sind und die Pilzsporen direkt in die Blüte gelangen können. Damit stellen der Öffnungswinkel und die Öffnungsdauer der Weizenblüten für die Infektionsstärke und somit auch für die gebildete Toxinmenge neben den ackerbau-lichen Faktoren wie Vorfrucht und Bodenbearbeitung und der jeweiligen Sorte einen weiteren entscheidenden Risikofaktor dar. Die Bedeutung der Staubgefäße scheint in diesem Zusammenhang dagegen vernachlässigbar zu sein.

In Maiskulturen wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der natürliche Befall durch toxinbildende Fusarien von der Kolbenspitze bis zur Kolbenbasis nachvollzogen. In der Spindel lagen bedeutend höhere Toxinkonzentrationen vor als in den ausgereiften Maiskörnern, eine für die Tierfütterung wichtige Erkenntnis. Im Laborversuch zeigte sich, dass verschiedene Pilze, die den Mais befallen können, sich gegenseitig in ihrer Toxinproduktion beeinflussen. Im ungünstigsten Fall bilden sie sogar höhere Toxinmengen aus.

Untersuchungen zur Lagerung von Kartoffeln wiesen nach, dass durch Fusarienpilze gebildeten Toxine nicht nur an den jeweiligen Faulstellen vorkommen, sondern auch im angrenzenden, gesunden Pflanzengewebe (Abb. 8). Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Konzentration des Toxins als auch der Anteil des geschädigten Knollengewebes während der Lagerung zunehmen. Der Kochprozess baut die Toxine nicht wesentlich ab, und sie gehen nur zu einem geringen Anteil in das Kochwasser über. Die Faulstellen sollten daher großzügig entfernt bzw. stark geschädigte Kartoffeln nicht weiter verarbeitet werden.

Metabolit-Profilung in der Züchtungsforschung

Die Pflanzenanalytik im Institut ist sowohl in das Forschungsnetzwerk des gesamten JKIs als auch in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Den Aufgaben entsprechend sind verschiedene Analysenplattformen etabliert: Spektroskopie (UV-VIS, IR und Raman), Gaschromatographie (GC) zur Analyse flüchtiger Metabolite (z. B. Ätherisch-Öl-Inhaltsstoffe, Aroma- und Signalstoffe), Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC) zur Messung nichtflüchtiger Pflanzeninhaltsstoffe sowie die Humansensorik zur Erfassung der sensorischen Qualität von Obst und Gemüse sowie Gewürzkräutern. Für die Identifikation der Substanzen stehen sowohl für die GC als auch die HPLC leistungsfähige Massenspektrometer, inklusive eines GC-TOF-MS, zur Verfügung.

mycotoxins especially in cereals, maize, potato tubers and onion, which proved among other facts that infection of fungi producing mycotoxins in wheat is more pronounced when lemma and palea of florets spread apart, allowing spores to be deposited directly into the open floret. For this reason, both opening angle and duration of spreading have been found as new risk factors concerning the infection level and the amount of toxins produced. Other factors like arable measures (tillage, crop variety and preceding crop) have already been well established. The significance of anthers release seems to be negligible.

The infection process of toxin producing fusaria under field conditions has been proven in cooperation with the Institute for Plant Protection in Field Crops and Grassland to occur from the silks down to the basis of the corn cob. The toxin concentration in the rachis revealed to be much higher than in matured kernels, which may be of some importance especially for animal feeding. In-vitro experiments demonstrated that different maize-pathogenic Fusarium species may influence each other in terms of toxin production. That means in the worst case they even may produce higher quantities of toxins.

Furthermore, we have demonstrated that Fusarium toxins produced under storage conditions are not only located in infected parts of potato tubers but also in adjacent healthy-looking tissue (Fig. 8). The results show that not only the part of diseased tissue increases during storage but also the concentration of toxins. These toxins are not reduced considerably during the boiling process and only a low share is transferred to the cooking water. Hence we strongly recommend removing suspicious tissue extensively and excluding heavily damaged tubers from further use whatsoever.

Application of metabolite profiling in breeding research

The activities of the Institute in plant breeding research are part of a national and international network. According to the research activities the following analysis platforms are established:

- *electronic and vibrational spectroscopy (UV-VIS, IR, Raman),*
- *gas chromatography for analysis of volatile organic metabolites (VOCs) such as essential oils, aroma and signaling*

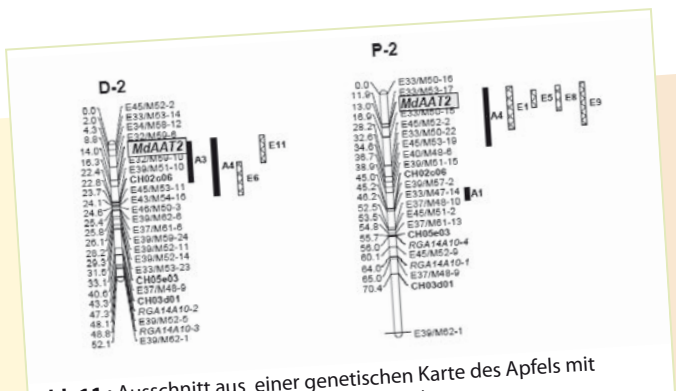


Abb.11: Ausschnitt aus einer genetischen Karte des Apfels mit Aroma-QTLs (Quelle: Dunemann et al., 2009)

Fig. 11: Detail of a genetic map of apple including aroma QTLs (Source: Dunemann et al., 2009)



Abb. 12: Für die Untersuchung der Metabolitprofile von insgesamt 102 Sorten und einer Kreuzungspopulation bestehend aus 150 Klonen wurde definiertes Material des JKI-Instituts in Dresden-Pillnitz und aus der Genbank Apfel verwendet

Fig. 12: For the analysis of metabolite profiles, samples of 102 apple cultivars and a cross population of 150 clones were provided by the genebank of the JKI-Institute in Dresden-Pillnitz

Die Forschungstätigkeit in der Pflanzenanalytik erstreckt sich einerseits auf den Bereich der Entwicklung von leistungsfähigen Methoden zum Einsatz in der Pflanzengenetik, Züchtungsforschung und zur Selektion im Züchtungsprozess. Andererseits werden diese Methoden zur Charakterisierung der Vielfalt bei Wild- und Kulturarten sowie Landrassen und für die Charakterisierung von Veränderungen der Inhaltsstoffe durch Nachernteprozesse und Verarbeitung eingesetzt. In den letzten Jahren wurden entsprechend der sich verändernden Aufgabenstellungen auch Metabolomics-Werkzeuge etabliert. Die nichtzielgerichtete Analytik ist zum Beispiel für Biodiversitätsuntersuchungen und in der Pflanzengenetik verfügbar (Abb. 10).

Eine mehrjährige Untersuchung an einer Erdbeer-Kreuzungspopulation erforschte den sogenannten „Trichtereffekt“ näher. Dabei handelt es sich um eine genetische Verarmung von Inhaltsstoffen, die bei vielen Kulturarten durch Domestikation und Züchtung von Hochleistungssorten zu beobachten ist. Für die Aromaschlüsselkomponente „Methylantranilat“, die für den typischen Walderdbeergeur verantwortlich ist, wurde der Vererbungsgang gefunden. In diesem Zusammenhang konnte geklärt werden, warum diese Substanz ohne analytische Kontrolle des Selektionsprozesses innerhalb weniger Kreuzungsschritte verloren geht.

Durch Markeranalysen in Kombination mit mehrjährigen Aromaanalysen einer Apfel-Kreuzungspopulation sowie zahlreicher alter und neuer Apfelsorten konnten in Kooperation mit dem Dresdner Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst erstmals Aromastoff-QTLs in die genetische Karte des Apfels integriert werden (Abb. 11). In einem zweiten Schritt entwickelte das Institut einen molekularen Marker für ein Gen (MdAAT1), das eine zentrale Rolle in der Ester-Biosynthese bei Apfel einnimmt. Diese Forschungsergebnisse stellen einen ersten wichtigen Schritt hin zu einer effektiveren Apfelzüchtung durch sogenannte markergestützte Selektion dar (Abb.12).

Flüchtige sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe entwickelten im Laufe der evolutionären Entwicklung vielfältige Bioaktivitäten. Während Aromastoffe vom menschlichen Geruchssinn in dem jeweiligen Konzentrationsprofil entweder als angenehm oder unangenehm wahrgenommen werden, fungieren sie im Pflanzenreich oftmals als Abwehrstoffe gegen pilzliche und bakterielle Schaderreger oder als Signalstoffe bei der Kommunikation zwischen unterschiedlichen Pflanzen. In mehreren Projekten, u. a. finanziert vom „Bundesprogramm Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ (<http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de>), stellte das Institut bei Pe-

compounds,

- HPLC for analysis of non-volatile metabolites such as sugars, acids, phenolics and bitter compounds,
- human sensory analysis for flavour of fruit, vegetables and spices,
- mass spectrometry for substance identification coupled with GC and HPLC including a GC-TOF-MS instrument.

The research activities cover, on the one hand, the development of reliable methods for plant genetics, breeding research and selection in breeding programmes. On the other hand, these methods are used to characterize the diversity of wild types, land races and cultivars as well as to determine metabolic changes caused by post harvest technology or processing. In recent years complex new metabolomic tools were established in order to find adequate solutions for current tasks. For example non-targeted analysis is successfully used for biodiversity research and characterization of plant genetics (Fig. 10).

In a perennial trial using a strawberry F1 crossing population, the so-called funnel effect was investigated. The funnel effect is described as a genetic bottle-necking of metabolic patterns observed in several species during domestication and breeding of high yielding cultivars. As an example the inheritance of the character impact compound methyl anthranilate was studied. Because of special inheritance characteristics this compound will be lost within few crossing steps without control of instrumental analysis.

In cooperation with the Institute for Breeding Research on Horticultural and Fruit Crops in Dresden-Pillnitz perennial analyses of an apple crossing population were conducted. In this context aroma QTLs were successfully integrated in a genetic map of apple for the first time (Fig. 11). In a second step more than 102 apple cultivars were analysed over a period of four years to develop a molecular marker for the ester biosynthesis. It was shown that the gene MdAAT1 plays a key role in ester synthesis, and therefore also for a high sensory quality of apple cultivars. These results are a first important step towards a marker assisted selection regarding apple flavour (Fig. 12).

During evolution volatile secondary metabolites have developed numerous biological activities. As aroma substances they are perceived as pleasant or unpleasant by the human olfactory sense, depending on their individual concentration



Abb. 13: Paralyzierte Reismehlkäferlarve (*Tribolium confusum*) mit Junglarve der Bethylide *Holepyris sylvanides*
Abb. 13: Paralysed flour beetle larva (*Tribolium confusum*) with the bethylid parasitoid *Holepyris sylvanides*

tersilie und Wein Zusammenhänge zwischen den in pflanzlichen Geweben vorkommenden Aromastoffen und ihrer Resistenz gegenüber verschiedenen Pathogenen fest.

Das Institut untersuchte die Variabilität der Sekundärmetabolite in *Pelargonium*-Hybriden. Deren Erzeugung mittels Protoplastenfusion führte das Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst durch. Die Hybridisierung sollte Pflanzen hervorbringen, die gegenüber bakteriellen und pilzlichen Krankheitserregern resistent sind. Mit der Sekundärstoffanalyse kann der Erfolg der Fusionen auf chemischem Wege überprüft werden und ergänzt so molekulare Untersuchungen. Die meisten Fusionate glichen in ihrem Sekundärstoffprofil den eingekreuzten Wildformen. Andere Formen unterschieden sich signifikant von den Ausgangsformen: einerseits fehlten zuvor vorhandene Hauptkomponenten (Isomenthon, Citronellol), andererseits dominierten zuvor gar nicht enthaltene oder nur in Spuren vorkommende Komponenten (p-2-Menthen-1-ol, cis-Piperitol, Piperiton).

Im Bereich der nichtflüchtigen Pflanzeninhaltsstoffe untersuchte das Institut vor allem Qualitäts- und Resistenzaspekte bei verschiedenen Kulturpflanzen näher. So klärten sich z. B. Fragen hinsichtlich der Toxizität unterschiedlicher Kartoffelsorten und Züchtungsnachkommen. Hierbei wurden somatische Hybriden, zuvor erzeugt am Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen durch Protoplastenfusion aus diversen *Solanum*-Wildarten (*S. etuberosum*, *S. cardiophyllum*, *S. pinna-tisectum*, *S. tarnii*) und Kulturkartoffel-Sorten, unter Einsatz der LC-MS-Technik auf neuartige Glykoalkaloide untersucht.

Während in den Kulturformen (z. B. cv. Delikat) die Alkaloide Solanin und Chaconin die Hauptkomponenten innerhalb der Alkaloid-Fraktion darstellen, sind diese Verbindungen in den Wildformen *S. etuberosum* und *S. tarnii* nicht nachweisbar. In den getesteten Kartoffel-Hybriden wurden insgesamt bis zu 39 unterschiedliche Glykoalkaloide detektiert, im Vergleich zu den Kulturformen allerdings meist in deutlich geringerer Konzentration. Einige Hybriden enthielten weder Solanin noch Chaconin, andere Züchtungsnachkommen entweder Solanin oder Chaconin. Auch beide Glykoalkaloide kamen nebeneinander vor. Der hemmende Einfluss von Glykoalkaloiden auf die Entwicklung verschiedener Phytopathogene wie Bakterien, Pilze, Viren, Nematoden oder den Kartoffelkäfer ist in der Literatur detailliert belegt. Daher kommt spezifischen Glykoalkaloiden sowohl im Zusammenhang mit der Resistenz als auch der Anwendung im biologischen Pflanzenschutz eine besondere Bedeutung zu.

profile. On the other hand, they play an important role as repellent agents against fungal and bacterial pests or they work as signal substances in the communication between different plant individuals. The Institute found correlations between the occurrence of certain aroma substances in the plant tissue and their resistance to various pathogens.

The diversity of secondary metabolites in *Pelargonium* hybrids, developed by protoplast fusion in the Institute for Breeding Research on Horticultural and Fruit Crops, were investigated comprehensively. The hybridization process was carried out aiming to produce plants which are resistant to bacterial and fungal infections. The success of the plant hybridization process was checked by molecular methods as well as by chemical analyses of secondary metabolites. In this context it was found that the secondary metabolite profiles of most hybrid plants were more or less similar to the wild forms provided for the breeding process. Also there existed several hybrid plants which showed significantly different metabolite profiles compared to the parent plants. These forms did not present isomenthone and citronellol as main components but they contained several "new" components such as p-2-menthene-1-ol and cis-piperitol, which were previously not found in these plants or at least detected only in traces.

Various cultivated plant species were also investigated with special regard to their individual profile of non-volatile substances contributing to quality aspects as well as plant resistance. Issues addressed in this context were, amongst others, the toxicity of different potato cultivars and hybrid progenies. Somatic hybrids, generated in the Institute for Breeding Research on Agricultural Crops by fusion of protoplasts from several *Solanum* wild species (*S. etuberosum*, *S. cardiophyllum*, *S. pinna-tisectum*, *S. tarnii*) and cultivated forms, were analyzed by an HPLC/MS method detecting novel glycoalkaloids in the individual single plants.

While in the cultivated forms (such as cv. Delikat) the alkaloids solanine and chaconine represent the main compounds within the alkaloid fraction, these compounds were not detectable in wild species such as *S. etuberosum* and *S. tarnii*. The analyzed hybrids contain up to 39 different glycoalkaloids, however, the concentration of these substances was clearly lower in comparison to cultivated potato forms. In some hybrids, neither solanine nor chaconine were detected, whereas in other progenies either solanine or chaconine or



Abb. 14: Antennenhalterung mit eingespannter Antenne der Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella*). Die beiden Enden des Fühlers sind über Ringlösung mit den ableitenden Elektroden verbunden, die zu einem Verstärker führen

Abb. 14: Antenna holder with mounted antenna of the Indian meal moth (*Plodia interpunctella*). Both ends of the antenna are connected via a ring solution to the electrodes leading to an amplifier

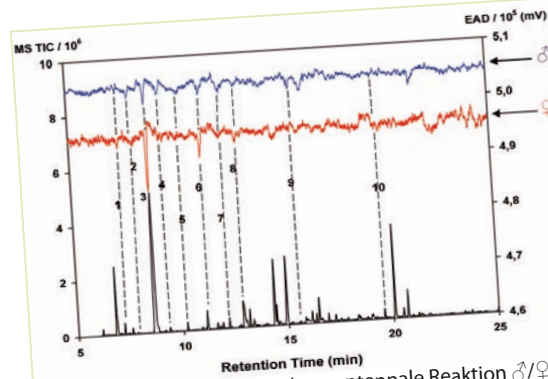


Abb. 15: GC-MS/EAD-Aufnahme antennale Reaktion ♂/♀ Dörrobstmotten (*Plodia interpunctella*) auf volatile Inhaltsstoffe getrockneter Aprikosen (Schwarze Linie: GC-MS-Signal; blau und rote Linien: Elektroantennogramm). Unterbrochene Linien zeigen GC-Response detektierter Reinkomponenten und dazu korrespondierende Antennen-Signale ♂/♀ Falter

Abb. 15: GC-MS/EAD analyses of the antennal reaction of ♂/♀ *Plodia interpunctella* to dried apricot volatiles (black line: GC-MS response; blue and red lines: electroantennogrammes). Broken lines indicate GC peaks of detected pure compounds and corresponding antenna peaks in ♂/♀ moths

Biologischer, biotechnischer und chemischer Vorratsschutz

Zwischen 2009 und 2011 führte das Institut zusammen mit der FU Berlin Studien zur biologischen Bekämpfung des Reismehlkäfers (*Tribolium confusum*) mit der parasitoiden Wespe *Holepyris sylvanidis* (Hym., Bethylidae) (Abb. 13) durch. Die Schwerpunkte lagen darin, Geschlechterverhältnis, Sexualdimorphismus, maximale Eiablage pro Weibchen, Wirtsfindung im Substrat und Optimierung einer Massenzucht zur Schädlingsbekämpfung zu ermitteln. Offensichtlich finden Weibchen die als Wirt benötigten Larven der Reismehlkäfer anhand volatiler Inhaltsstoffe im Larvenkot. In Laborversuchen spürten die Weibchen von *H. sylvanidis* ihre Wirte auch mehrere Zentimeter tief in grobem Weizenschrot verborgen auf.

In einem Feldversuch in einer Mühle in Sachsen konnte über zwei Jahre die Populationsentwicklung von Reismehlkäfern bei regelmäßiger Ausbringung adulter *H. sylvanidis* beobachtet werden. Dieser Nützling ist kommerziell derzeit weltweit noch nicht erhältlich. In beiden Jahren konnte nach einer Wärmeentwesung der Mühle im Frühjahr auf eine sonst übliche zweite Wärmeentwesung im Herbst verzichtet werden. Einzelne *H. sylvanidis* fanden sich noch vor der Wärmebehandlung im zweiten Jahr in den Fallen, obwohl die Ausbringung biologischer Gegenspieler bereits im November des Vorjahres beendet worden war. Dies spricht dafür, dass sich die Wespen in der Mühle etablieren und ihre Wirte zur Fortpflanzung nutzen konnten.

Weitere Arbeiten konzentrierten sich auf die integrierte Schädlingsbekämpfung getreideschädlicher Motten (*Corcyra cephalonica*, *Ephestia cautella*) und Käfer (*Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, Abb. 16) durch das aus den Samen des Neembaumes (*Azadirachta indica*) gewonnene Öl sowie die Larvalparasitoiden *Habrobracon hebetor*, *Venturia canescens* und *Lariophagus distinguendus*. Ein dreiprozentiger Wirkstoffgehalt an Neemöl erreichte gegen den Rotbraunen Reismehlkäfer *T. castaneum* Abtötungsraten von 90 %, verlor allerdings nach sechs Wochen Lagerzeit signifikant an Wirkung. Eine Kombination des Neemöls mit *H. hebetor* und *V. canescens* bekämpfte die genannten Motten in Reis besser als die jeweiligen Einzelkomponenten. Die Neemölbehandlung reduzierte die Zahl schlüpfender Nützlinge nicht.

Im Rahmen einer Promotionsarbeit wurden attraktive, volatile Inhaltsstoffe bestimmt, die einigen vorratsschädlichen Insekten eine Orientierung beim Auffinden pflanzlicher Produkte liefern. Zunächst wurde die Attraktivität verschiedener Substrate (z. B.

both alkaloids could be detected. The inhibiting influence of glycoalkaloids on the progression of different phytopathogens like bacteria, fungi, viruses, nematodes and insects is documented explicitly in literature. Based on this knowledge it can be assumed that glycoalkaloids play an important role in the context of plant resistance as well as biological plant protection.

Biological, biotechnical and chemical control in stored product protection

Between 2009 and 2011 MSc studies were carried out in cooperation with the Free University Berlin to control the confused flour beetle (*Tribolium confusum*) with the larval parasitoid *Holepyris sylvanidis* (Hym., Bethylidae, Fig. 13). Topics studied were the sex ratio in a population, sexual dimorphism, the maximum offspring per female, host location in substrate and the optimization of a culture for biological pest control. Long range and mid range host location is obviously triggered by volatiles emitted from the feces of host larvae. In laboratory trials female *H. sylvanidis* were able to find host larvae even when hidden several centimeters deep in coarse wheat grist.

In a field trial in a Saxonian flour mill the population development of flour beetles could be monitored while periodically releasing adult *H. sylvanidis*. This beneficial is commercially not yet available anywhere in the world. In both years, after an initial heat treatment in spring, a second heat treatment in fall could be avoided. Some *H. sylvanidis* could be found in traps prior to the heat treatment in the second year even though the release of adults had stopped in mid of November of the first year. This indicates that the wasps were able to establish and to utilize the available hosts for reproduction.

Further studies integrated the pest control of grain infesting moths (*Corcyra cephalonica*, *Ephestia cautella*) and beetles (*Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*, Fig. 16) using oil produced from seeds of the neem tree (*Azadirachta indica*) in combination with the larval parasitoids *Habrobracon hebetor*, *Venturia canescens* and *Lariophagus distinguendus*. Neem oil alone at concentrations of up to 3 % of active ingredient achieved mortality rates in the red flour beetle rust red flour beetle *T. castaneum* of up to 90 % but lost this efficacy after six weeks of storage. Control of moths in rice was better when neem oil was combined with *H. hebetor* and *V. canescens* than with just a single control method. The



Abb. 16: Der Rotbraune Reismehlkäfer (*Tribolium castaneum*) ist ein typischer Schädling in Mühlen und Bäckereien sowie Nudelfabriken, da besonders Mehl und Gries angegriffen wird. Oft tritt er in Deutschland gemeinsam mit dem Amerikanischen Reismehlkäfer (*Tribolium confusum*) auf

Abb.16 : The rust red flour beetle (*Tribolium castaneum*) is a typical pest of flour mills, bakeries and pasta factories attacking mainly flour and grits. In Germany it is often found together with the confused flour beetle (*Tribolium confusum*)



Abb. 17: Der Kornkäfer (*Sitophilus granarius*) ist ein gefürchteter Getreideschädling, da er als Primärschädling das gesunde Getreidekorn angreifen und sich in wenigen Monaten massenhaft vermehren kann. Die Brut lebt verborgen im Korn, nur die erwachsenen Käfer sind sichtbar

Abb.17 : The granary weevil (*Sitophilus granarius*) is a dangerous pest in stored grain because it can attack the healthy grain kernel and multiply to large numbers in a few months. Developmental stages are hidden in the grain, just adults are visible outside

Trockenobst, Getreide) in einem Vierkammer-Olfaktometer untersucht, Reinsubstanzen per GC-MS identifiziert und in einem Elektroantennografen (EAG) der FU Berlin die jeweilige Wirkung am Insektenfühler ermittelt. In Kooperation mit der Universität Göttingen erfolgte die Identifizierung der attraktiven Inhaltsstoffe mittels gekoppelter GC-MS-EAG (Abb. 14). Duftstoffe wie Benzaldehyd, (E)-2-Octenal, (Z)-2-Heptenal und Heptanol erzeugten hierbei deutliche Signale auf der Antenne der Dörrobstmotte, *Plodia interpunctella* (Abb. 15). In mehreren Fällen zeigten Gehalte zwischen 1 und 10 µg/µl die stärksten neuronalen Potenziale. Noch folgende Verhaltensversuche sollen überprüfen, ob die gefundenen Substanzen bei gegebenen Dosierungen attraktiv oder repellerend wirken.

Tabakhersteller suchen aufgrund der zunehmenden Entwicklung von Resistenzen sowie der Gefährdung der Anwender nach geeigneten Alternativen zur Begasung mit dem Wirkstoff Phosphin. Das weltweit dokumentierte Auftreten von Resistenzen vorratsschädlicher Insekten gegen diesen Wirkstoff wird besonders auf unsachgemäße Begasung oder den Import resistenter Stämme zurückgeführt. Insgesamt sind dem JKI bislang drei Funde Phosphinresistenter Stämme aus Deutschland bekannt: *Cryptolestes ferrugineus* an importiertem Kakao sowie Korn- und Reiskäfer *Sitophilus granarius* und *S. oryzae* aus Getreidelagern (Abb. 17). In einem Verbund-Projekt mit der Tabakindustrie (CORESTA) untersuchte das Institut in verschiedenen Ländern im Praxismaßstab die optimale Kombination aus Temperatur und Einwirkzeit, um Tabakkäfer mit sauerstoffarmer kontrollierter Atmosphäre (CA) sicher abzutöten. Um auch in Mitteleuropa ausreichend kurze Einwirkzeiten zu erreichen, wird der Tabak vor der Behandlung zweckmäßigerweise angewärmt.

number of hatching beneficials was not reduced by the neem oil treatment.

A PhD research project aimed to identify attractive volatiles triggering orientation of stored product insects into plant products. In a four-chamber olfactometer the attraction of insects by various substrates (e. g. dried fruits, grain) was tested. Pure compounds were identified with GC-MS and the physiological response of the insect antenna was recorded by an electroantennograph (EAG) (Fig. 14). Further studies to identify physiologically active compounds were done with a GC-MS-EAG in cooperation with Göttingen University. Volatiles such as benzaldehyde, (E)-2-octenal, (Z)-2-heptenal and heptanol elicited clear responses on the antenna of the Indianmeal moth *Plodia interpunctella* (Fig. 15). Dosages between 1 and 10 µg/µl gave the strongest neuronal responses for most identified compounds. Future studies will prove if these compounds and dosages cause attraction or have a repellent effect.

The tobacco industry is looking for alternatives to fumigation with phosphine due to increasing problems with pest resistance and workers' safety. The worldwide occurrence of resistance of stored product pests against phosphine is mainly attributed to inappropriate fumigation practices and the import of resistant strains. So far, in Germany only three cases of resistance have become known to the JKI: *Cryptolestes ferrugineus* on imported cocoa beans, as well as granary and rice weevils *Sitophilus granarius* and *S. oryzae* from wheat grain (Fig. 17). In a collaborative project with numerous partners from the tobacco industry (CORESTA) the optimum combination of temperature and exposure time was tested in various countries to give complete control of the tobacco beetle *Lasioderma serricorne* with controlled atmospheres (CA). To achieve sufficiently short exposure times tobacco bails were heated prior to treatment.

JKI in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++

**Leiter
Head**

Dir. u. Prof. Dr. Hartwig Schulz

**Wissenschaftliches Personal (planmäßig)
Scientists (permanent)**

Dr. Adler, Cornel
Dr. Baier, Barbara
Dr. Bischoff, Gabriela
Dr. Ellner, Frank
Dr. Felgentreu, Dieter
Dr. Fiedler, Andrea

**Vertreter
Deputy**

Dir. u. Prof. Dr. Frank Riepert

Dr. Hagedorn, Gregor
Dr. Klementz, Dagmar
Dr. Kroos, Garnet
Dr. Krüger, Hans
Dr. Schenke, Detlef
Dr. Schmidt, Heinz

Dr. Schütze, Wolfgang
Dr. Stähler, Matthias
Dr. Strumpf, Thomas
Dr. Süß, Angelika
Dr. Ulrich, Detlef

**Wissenschaftliches Personal (außerplanmäßig)
Scientists (non-permanent)**

Elfert, Maike
Flingelli, Gabriele
Gudi, Gennadi
Jacobs, Alexandra
Lange, Heinz
Ndomo, Agnès
Dr. Plank, Andreas
Tofel, Katamsaddan

JKI im Detail +++ JKl im Detail +++ JKl im Detail +++ JKl im Detail +++ JKl im Det

**Adressen
Addresses**

Julius Kühn-Institut (JKI) - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz

Julius Kühn Institute (JKI) - Federal Research Centre for Cultivated Plants
Institute for Ecological Chemistry, Plant Analysis and Stored Product Protection

Königin-Luise-Straße 19
14195 Berlin
Tel./Phone: +49 (0)30 8304-2501/2511
Fax: +49 (0)30 8304-2503
oepv@jki.bund.de

Erwin-Baur-Str. 27
06484 Quedlinburg
Tel./Phone: +49 (0)3946 47-302
Fax: +49 (0)3946 47-300
oepv@jki.bund.de

www.jki.bund.de - Institute/Institutes

www.jki.bund.de

DOI 10.5073/jki.2012.007

April 2012



Das Julius Kühn-Institut ist eine Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

The Julius Kühn-Institut is an institution subordinated to the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV)