

Abschlussbericht

Förderkennzeichen: 06HS040

Artbestimmung bei *Meligethes* sowie das Vorkommen in Deutschland, biologische Ansprüche und Resistenzverhalten der vorhandenen *Meligethes*- Arten in Raps

Projektlaufzeit: 22. 05. 2007 - 31. 08. 2010

Durchführende Institution:

BTL Bio-Test Labor GmbH Sagerheide
Birkenallee 19
18184 Thulendorf

Projektleitung: Dr. Thomas Thieme

Projektbearbeitung: Christoph Buuk

Kooperationspartner:

Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung Agrarentomologie
Dr. Bernd Ulber, Marie-Luise Krüger

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz, IPS 3d
Dr. Michael Zellner, Iris Dotterweich

Julius-Kühn-Institut (JKI)
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland BTL
Dr. Udo Heimbach, Andreas Müller

1 Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens

1.1 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die zunehmende Resistenz von Rapsglanzkäfern gegen Pyrethroide sowie ihr massenhaftes Auftreten führten 2006 zu massiven Ertragseinbußen bei Raps. Obwohl die Biologie des Rapsglanzkäfers in einschlägigen Fachbüchern beschrieben wird, sind wichtige Parameter unbekannt. Bei den im Raps erfassten Glanzkäfern wurde bisher davon ausgegangen, dass es sich um *Meligethes aeneus* handelt. Gegenwärtig sind 61 Arten der Gattung *Meligethes* in Deutschland nachgewiesen worden, jedoch ist noch ungeklärt, welche dieser Arten im Raps Schaden verursachen. Ziel des Vorhabens sollte es sein, die Artzugehörigkeit von Glanzkäfer aus wichtigen deutschen Rapsanbaugebieten zu determinieren, den Kenntnisstand ihrer Biologie zu vertiefen sowie Schlussfolgerungen über ihre Pyrethroidresistenz und Schadwirkung auf Raps zu treffen. Als Bearbeitungszeitraum waren 3 Jahre angesetzt.

Das Projekt verfolgt das Ziel, Informationen für ein System der integrierten Schädlingsbekämpfung für den Rapsglanzkäfer zu liefern, das unter Berücksichtigung der Wintermortalität, der Befallsdynamik und des Schadensrisikos die Anwendung von Insektizidmaßnahmen auf das notwendige Maß beschränkt, um auf diese Weise nicht nur eine weitere Ausbreitung und Verschärfung der Insektizidresistenz bei den Schädlingen im Winterraps zu verhindern, sondern auch die vorhandene Resistenz zurückzudrängen.

Der Projektnehmer realisierte das Vorhaben in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern aus dem Teilprojekt 1 (06HS039, 06HS047, 06HS048) und dem Vorhaben zur Resistenzverbreitung und Resistenzminderungsstrategie (06HS038). Die für die Untersuchungen vorgesehenen Tiere wurden in den Projekten 06HS038 und 06HS039 gefangen und für das Vorhaben zur Verfügung gestellt. Dadurch konnte abgesichert werden, dass sich die in den anderen Projekten gewonnenen Ergebnisse tatsächlich auf *M. aeneus* beziehen.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Zur Vermeidung unnötiger Insektizideinsätze bei gleichzeitigem Erreichen sicherer Erträge ist die Kenntnis eines genauen Bekämpfungsrichtwertes notwendig.

Unter den Schadinsekten, die den Winterraps im Frühjahr befallen, haben die Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) neben dem Großen Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi*) und dem Gefleckte Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus*) in Deutschland die größte wirtschaftliche Bedeutung (Alford, 2003). Obwohl sich in einigen Regionen ein Anstieg der Population andeutete, war die außergewöhnlich hohe Populationsdichte der Glanzkäfer in 2006 nicht erwartet worden. Aus dem hohen Auftreten im Sommer 2006 heraus wird zwar ein hoher Befallsdruck für 2007 vermutet, eine Prognose für 2007 über die Dichte der Käfer ist gegenwärtig aber nicht möglich. Dieses Defizit resultiert aus den Unklarheiten über die Biologie der Glanzkäfer. Obwohl Aspekte der Biologie der Glanzkäfer und speziell der Rapsglanzkäfer Gegenstand zahlreicher Publikationen sind, ist es bisher noch nicht gelungen, Arten der Glanzkäfer in Zucht zu

halten. Es fehlen also wesentliche Informationen über die Ansprüche der Tiere an ihre Umwelt. Gegenwärtig sind 61 Arten der Gattung *Meligethes* in Deutschland nachgewiesen worden (Köhler & Klausnitzer, 1998). Bei der Beratung der Landwirte über Bekämpfungsmaßnahmen im Rapsanbau wird bisher meist davon ausgegangen, dass es sich bei den erfassten Glanzkäfern um den Rapsglanzkäfer, *M. aeneus*, handelt. Untersuchungen von Vietinghoff (1985) und Thieme et al. (2006) erbrachten aber den Nachweis über das Auftreten anderer Glanzkäferarten. Zu gleichen Ergebnissen kamen Schweizer Untersuchungen, in denen für das Rapsanbaugesamt am Genfer See sogar eine Dominanz des auf Pyrethroide empfindlich reagierenden *M. viridescens* nachgewiesen wurde (Derron et al., 2004). In Untersuchungen aus der Schweiz konnte gezeigt werden, dass nur *M. aeneus* Insektizidresistenz entwickelt hat. In Rapsanbaugesamten mit Dominanz von anderen Glanzkäfern wurde hingegen keine Resistenz gegen Insektizide gefunden. Bereits ältere Untersuchungen ergaben, dass nicht nur *M. aeneus* im Raps vertreten ist, sondern mehrere Arten, die aber in geringer Zahl auftreten sollen (Nolte, 1954). Lediglich drei Arten treten in so großer Zahl auf, dass sie schädigend auf Raps wirken könnten, ihre Biologie ist aber nur unvollständig bekannt.

Die Arten der Gattung *Meligethes* sind nur schwer voneinander zu trennen. Taxonomische Bearbeitung der Käfer erfolgten durch Reitter (1871), Ganglbauer (1899), Fritzsche (1954), Hansen (1951) und Spornraft (1967). Von Bollow (1950) wurden in Bayern insgesamt sieben *Meligethes*-Arten an Raps gefunden. Nolte & Fritzsche (1952) sowie Fritzsche (1957a) stellten in Mecklenburg-Vorpommern sechs Arten an Raps fest. Fritzsche (1957a) beobachtete eine Dominanz des Rapsglanzkäfers, *M. aeneus*, bis zum Ende der Vollblüte, danach soll es zu einem Überwiegen von *M. viridescens* kommen können. Die zeitliche Verschiebung des Artenspektrums ist nach Jurek (1972) auf unterschiedliche Temperaturansprüche der Arten zurückzuführen. Andere Ergebnisse wurden in Ungarn erzielt. Dort war *M. coracinus* die zweithäufigste Art nach *M. aeneus* (Marczali & Keszthelyi, 2003). Für die Identifizierung der *Meligethes*-Arten haben verschiedene Autoren auf der Basis von morphometrischen Merkmalen Bestimmungsschlüssel erarbeitet. Während Reitter (1871) und Freude et al. (1967) alle zu ihrer Zeit bekannten europäischen Arten einer Revision unterzogen, berücksichtigt Kirk-Spriggs (1996) alle Glanzkäfer der Britischen Inseln. Andere Autoren stellen Bestimmungsschlüssel vor, die lediglich wenige, häufiger auftretende Arten berücksichtigen (Fritzsche, 1955; Audisio & Spornraft, 1990; Audisio et al., 2003; Audisio et al., 2006). Allen Bestimmungsschlüsseln ist aber eigen, dass sie verschiedene Arten differenzieren helfen und unterschiedliche morphometrische Merkmale nutzen. In einigen Fällen treten auch Fehler in den Bestimmungsschlüsseln auf. So verwendet Spornraft (1967) zur Differenzierung zwischen *M. aeneus* und *M. coracinus* ein Merkmal, dass nach den Untersuchungen von Audisio et al. (2001) ungeeignet ist. Deshalb wird jeder Nutzer des Bestimmungsschlüssels von Spornraft (1967) ihm vorliegende Käfer der Art *M. coracinus* als *M. aeneus* bestimmen. Neuere Untersuchungen über die Nutzung von biochemischen und molekularbiologischen Methoden zur Artdifferenzierung verfolgen akademische Fragestellungen und bearbeiten entweder Komplex- oder Zwillingsarten (Audisio et al., 2000, 2001, 2002) oder Genotypen innerhalb einer *Meligethes*-Art

(Kazachkova et al. 2004). Eine breite Nutzung dieser Methoden zur Differenzierung der *Meligethes*-Arten im Raps ist deshalb gegenwärtig noch nicht zu erwarten.

2 Material und Methoden

2.1 Darstellung der wichtigsten Methoden

2.1.1 Wie lassen sich die Arten schnell und eindeutig bestimmen?

Zunächst wurden die in der Literatur vorhandenen Bestimmungsschlüssel auf Nutzbarkeit der verschiedenen morphometrischen Merkmale und der Strukturmerkmale der Geschlechtsorgane überprüft. Hierfür wurden relevante morphometrische Merkmale unter dem Binokular vermessen. Die Kopulationsorgane wurden in Kalilauge gekocht, präpariert und unter dem Mikroskop untersucht. Zur Validierung dieser Merkmale konnte Referenzmaterial herangezogen werden (Tiere aus Sammlungen des DEI (ZALF) in Müncheberg, der Humboldt-Universität Berlin und des Tschechischen Nationalmuseums in Prag).

Vorhandene Bestimmungsschlüssel (Spornraft (1967), Kirk-Spriggs (1996), Audisio (2006)) wurden für alle *Meligethes*-Arten um solche Merkmale ergänzt, die bisher nur für einige Arten Verwendung fanden. Alle Merkmale wurden mit Bildern einer Mikroskop-Digitalkamera dokumentiert. Die in wichtigen Rapsanbaugebieten der Bundesrepublik gesammelten Tiere, standen nach der Bestimmung für den Einsatz einer biochemischen Analyse nach Audisio et al. (2000), zu Verfügung. Für die Allozym-Analyse fanden Käferproben Verwendung, die die Projektpartnern der Vorhaben 06HS039 und 06HS038 sammelten.

2.1.2 Welche Arten der Gattung *Meligethes* kommen in den verschiedenen Regionen der Bundesrepublik vor und sind wirtschaftlich relevant?

Die Erarbeitung des gegenwärtigen Auftretens der verschiedenen *Meligethes*-Arten erfolgte unter Verwendung von Tieren aus den Projekten 06HS039, 06HS038 und aus eigenen Aufsammlungen im Rahmen anderer Untersuchungen. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen diesen Projekten standen nicht nur regional unterschiedliche Proben zur Verfügung, sondern auch Material aus unterschiedlichen Zeiträumen (vom Winterlager, über die Feldsaison bis zum nächsten Winterlager...).

2.1.3 Gab es eine Artverschiebung in den letzten Jahren?

Die Grundlagen für die Beantwortung dieser Fragestellung bildeten Literaturergebnisse über die historische Artenzusammensetzung der Glanzkäfer in Raps (Nolte & Fritsche, 1952) und vom Projektnehmer in den letzten Jahren eingetragenen Glanzkäferproben.

2.1.4 Welche *Meligethes*-Arten zeigen Resistenz gegen Pyrethroide?

Diese Fragestellung konnte nur indirekt beantwortet werden. Zunächst erfolgte zur Bestimmung der Pyrethroidresistenz im Projekt 06HS039 die Durchführung eines Bioassay

(Exposition der Tiere gegen verschiedene Dosierungen von I-Cyhalothrin in einem adult-vial-Test). Nach der letzten Bonitur (24 h) wurden die überlebenden Käfer isoliert von den toten konserviert und für die Artbestimmung im zu berichtenden Projekt zur Verfügung gestellt. Somit konnten die determinierten Käfer einem bestimmten Resistenzniveau zugeordnet werden. Rapsglanzkäfer, die im Bioassay 20 % Feldaufwandmenge (7,5 g I-Cyhalothrin /ha = 100 %) überlebten, wurden als resistent klassifiziert. Sehr sensible Käfer (wie z.B. Käfer aus GB) starben hingegen schon bei 2 % der Feldaufwandmenge.

2.1.5 Welche biologischen Ansprüche haben die einzelnen Arten?

Diese Fragestellung sollte ebenfalls durch indirekte Schlussfolgerungen beantwortet werden. Es war vorgesehen, im Projekt 06HS039 die Tiere auf verschiedenen Rapsorten, zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten zu sammeln und durch Zuordnung der determinierten *Meligethes*-Arten zu Rapsorten, deren Entwicklungsstadien, den Jahreszeiten und den Sammlungsorten, die biologischen Ansprüche der einzelnen Arten aufzuklären.

2.1.6 Unterscheiden sich die Ansprüche der resistenten Arten untereinander?

Auch diese Fragestellung sollte durch indirekte Schlussfolgerungen beantwortet werden. Durch Zuordnung der unter 2.1.4. determinierten *Meligethes*-Arten zu Rapsorten, deren Entwicklungsstadien, den Jahreszeiten und den Sammlungsorten, sollten die Ansprüche resistenter Arten bzw. resistenter Genotypen einzelner Arten aufgeklärt werden.

3 Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1 Wie lassen sich die Arten schnell und eindeutig bestimmen?

Es wurden verschiedene morphometrische Merkmale an Tiermaterial aus den Sammlungen des ehemaligen DEI und des Naturkundemuseums der Humboldt-Universität Berlin verifiziert. In den meisten Fällen nutzen die verschiedenen Autoren unterschiedliche Merkmale. Deshalb wurden die unterschiedlichen Merkmale vergleichend analysiert und auf Nutzbarkeit für die Praxis geprüft. Für die Erstellung digitaler Bestimmungshilfen wurden die morphometrischen Merkmale von 59 Arten auch fotografisch dokumentiert.

Parallel wurden zur Artdiagnose die Kopulationsorgane von mehreren 1000 Käfern untersucht. Da das Tiermaterial aus den Sammlungen des ehemaligen DEI und des Naturkundemuseums der Humboldt-Universität Berlin unbeschädigt an den Leihgeber zurückgegeben werden musste, konnte es nur begrenzt zur Analyse der Kopulationsorgane genutzt werden. Es wurden deshalb auch Tiere von insgesamt 43 Herkunftsn aus Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Ungarn, Tschechische Republik, Polen, Schweden, Schweiz und Dänemark vergleichend analysiert und die Ausprägung der Formen ihrer Kopulationsorgane auf Nutzbarkeit für die Praxis geprüft. Während eines Besuchs bei Dr.

Jelinek, Tschechische Republik, konnte umfangreiches Material (mit bereits präparierten Geschlechtsorganen: 21 Taxa mit Ovipositoren, 52 Taxa mit Kopulationsorganen) ausgeliehen und vergleichend untersucht werden. Für die Erstellung digitaler Bestimmungshilfen wurden die Kopulationsorgane der meisten Arten fotografisch dokumentiert (Tab. 1).

Tab. 1: Zusammenfassung der für die Erstellung eines digitalen Bestimmungsschlüssels der Gattung *Meligethes* mit Digitalfotos dokumentierten Arten.

♂ Kopulationsorgan dokumentiert und nutzbar für die Bestimmung

♀ Ovipositor dokumentiert und nutzbar für die Bestimmung

| Nr. | Art | Autor | ♂ | ♀ |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------|---|-----|
| 1 | <i>Meligethes acicularis</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | + |
| 2 | <i>Meligethes aeneus</i> | (FABRICIUS, 1775) | + | + |
| 3 | <i>Meligethes anthracinus</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | |
| 4 | <i>Meligethes assimilis</i> | STURM, 1845 | + | |
| 5 | <i>Meligethes ater</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | |
| 6 | <i>Meligethes atramentarius</i> | FÖRSTER, 1849 | + | |
| 7 | <i>Meligethes atratus</i> | (Olivier, 1790) | + | + |
| 8 | <i>Meligethes bidens</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | |
| 9 | <i>Meligethes bidentatus</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | + |
| 10 | <i>Meligethes brachialis</i> | ERICHSON, 1845 | + | + |
| 11 | <i>Meligethes brevis</i> | STURM, 1845 | + | (+) |
| 12 | <i>Meligethes brunnicornis</i> | STURM, 1845 | + | |
| 13 | <i>Meligethes buyssoni</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1882 | + | |
| 14 | <i>Meligethes carinulatus</i> | FÖRSTER, 1849 | + | + |
| 15 | <i>Meligethes caudatus</i> | GUILLEBEAU, 1897 | | |
| 16 | <i>Meligethes coeruleovirens</i> | FÖRSTER, 1849 | + | |
| 17 | <i>Meligethes coracinus</i> | STURM, 1845 | + | + |
| 18 | <i>Meligethes corvinus</i> | ERICHSON, 1845 | | |
| 19 | <i>Meligethes czwalinai</i> | REITTER, 1871 | + | |
| 20 | <i>Meligethes denticulatus</i> | (HEER, 1841) | | |
| 21 | <i>Meligethes devillei</i> | GROUVELLE, 1912 | 1 | |
| 22 | <i>Meligethes difficilis</i> | (HEER, 1841) | + | |
| 23 | <i>Meligethes distinctus</i> | STURM, 1845 | + | |
| 24 | <i>Meligethes egenus</i> | ERICHSON, 1845 | + | |
| 25 | <i>Meligethes erichsoni</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | + |
| 26 | <i>Meligethes exilis</i> | STURM, 1845 | + | |
| 27 | <i>Meligethes flavimanus</i> | STEPHENS, 1830 | + | + |
| 28 | <i>Meligethes fulvipes</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | |
| 29 | <i>Meligethes fumatus</i> | ERICHSON, 1845 | | |
| 30 | <i>Meligethes gagatinus</i> | ERICHSON, 1845 | + | |
| 31 | <i>Meligethes haemorrhoidalis</i> | FÖRSTER, 1849 | + | |
| 32 | <i>Meligethes incanus</i> | STURM, 1845 | + | |
| 33 | <i>Meligethes jelineki</i> | AUDISIO, 1976 | + | (+) |
| 34 | <i>Meligethes kunzei</i> | ERICHSON, 1845 | + | |
| 35 | <i>Meligethes lepidii</i> | MILLER, 1852 | | |
| 36 | <i>Meligethes longulus</i> | SCHILSKY, 1894 | 2 | |
| 37 | <i>Meligethes lugubris</i> | STURM, 1845 | + | |
| 38 | <i>Meligethes matronalis</i> | AUDISIO & SPORNRAFT, 1990 | | |
| 39 | <i>Meligethes maurus</i> | STURM, 1845 | + | |
| 40 | <i>Meligethes morosus</i> | ERICHSON, 1845 | + | |
| 41 | <i>Meligethes nanus</i> | ERICHSON, 1845 | + | |
| 42 | <i>Meligethes nigrescens</i> | STEPHENS, 1830 | + | + |
| 43 | <i>Meligethes obscurus</i> | ERICHSON, 1845 | + | + |

| | | | | |
|----|----------------------------|-------------|---|---|
| 44 | <i>Meligethes ochropus</i> | STURM, 1845 | + | |
| 45 | <i>Meligethes ovatus</i> | STURM, 1845 | + | + |

Tab. 1: Fortsetzung

| Nr. | Art | Autor | ♂ | ♀ |
|-----|---------------------------------|------------------------------|---|---|
| 46 | <i>Meligethes pedicularius</i> | (GYLLENHAL, 1808) | + | + |
| 47 | <i>Meligethes persicus</i> | FALDERMANN, 1837 | + | |
| 48 | <i>Meligethes planiusculus</i> | (HEER, 1841) | + | |
| 49 | <i>Meligethes reitteri</i> | SCHILSKY, 1894 | + | + |
| 50 | <i>Meligethes rosenhaueri</i> | REITTER, 1871 | + | |
| 51 | <i>Meligethes rotundicollis</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | + | + |
| 52 | <i>Meligethes ruficornis</i> | (MARSHAM, 1802) | + | + |
| 53 | <i>Meligethes serripes</i> | (GYLLENHAL, 1827) | + | + |
| 54 | <i>Meligethes solidus</i> | (ILL, 1798) (Kugelann, 1794) | + | + |
| 55 | <i>Meligethes subaeneus</i> | STURM, 1845 | + | |
| 56 | <i>Meligethes subrugosus</i> | (GYLLENHAL, 1808) | + | |
| 57 | <i>Meligethes sulcatus</i> | BRISOUT de BARNEVILLE, 1863 | | |
| 58 | <i>Meligethes symphyti</i> | (HEER, 1841) | + | |
| 59 | <i>Meligethes tristis</i> | STURM, 1845 | + | |
| 60 | <i>Meligethes umbrosus</i> | STURM, 1845 | + | |
| 61 | <i>Meligethes viridescens</i> | (FABRICIUS, 1787) | + | + |

¹*M. devillei* nicht vorhanden, ²*M. longulus* nach Jelinek nicht in D zu finden

Die Auswertung der Literatur ergab eine Anzahl von potentiell nutzbaren Enzymen für eine biochemische Analyse der im Rapsfeld auftretenden Arten der Gattung *Meligethes* (Tab. 2).

Tab. 2: Für die elektrophoretische Differenzierung der *Meligethes*-Arten nach Audisio et al. (1999, 2000, 2001) nutzbare Enzymsysteme

| Code | Enzymsystem | Anfärbungstechnik |
|-------|-------------------------------------|----------------------|
| AAT | Aspartate aminotransferase | Ayala et al. (1972) |
| AO | Aldehyde oxidase | Ayala et al. (1974) |
| CA | Carbonate dehydratase | Brewer & Sing (1970) |
| G3PDH | Glycerol-3-phosphate dehydrogenase | Ayala et al. (1972) |
| G6PD | Glucose-6-phosphate 1-dehydrogenase | Ayala et al. (1974) |
| GPI | Glucose-6-phosphate isomerase | Brewer & Sing (1970) |
| HK | Hexokinase | Ayala et al. (1974) |
| IDH | Isocitrate dehydrogenase | Ayala et al. (1972) |
| LAP | Leucine amono peptidase | Ayala et al. (1972) |
| MDH* | Malate dehydrogenase | Ayala et al. (1972) |
| MDHP | Malate dehydrogenase (NADP+) | Ayala et al. (1972) |
| MPI | Mannose-6-phosphate isomerase | Ayala et al. (1972) |
| PEP | Peptidase | Shaw & Prasad (1970) |
| PGM | Phosphoglucomutase | Brewer & Sing (1970) |
| SOD | Superoxide dismutase | Ayala et al. (1972) |

Die Verwendung dieser Enzymbestecke in der horizontalen Stärke-Gelelektrophorese von tiefgefrorenen und homogenisierten Einzeltieren zeigte jedoch Einschränkungen in ihrer Nutzbarkeit. Die Enzymbestecke sind gut geeignet, Arten zu separieren. Störungen des Systems traten jedoch auf, wenn die untersuchten Käfer von parasitischen Hymenopteren

befallen waren. Die Empfindlichkeit des Systems ließ auch nach, wenn die Zuordnungen der Käfer in Entwicklungsgruppen nicht erfolgt (Jungkäfer ohne entwickelte Gonaden vs. Altkäfer mit entwickelten Gonaden).

Da neben *M. aeneus* und *M. viridescens* in den Rapsbeständen kaum andere Arten auftraten, fanden nur die in Tab. 3 aufgeführten Enzyme Verwendung.

Tab. 3: Zusammenfassung der für die elektrophoretische Differenzierung von *M. aeneus* und *M. viridescens* genutzten Enzymsysteme (nach AUDISIO et al. 2000, 2001, 2002)

| Code | Enzymsystem | Anfärbungstechnik |
|------|-------------------------|---------------------|
| HK | Hexokinase | Ayala et al. (1974) |
| LAP | Leucine amono peptidase | Ayala et al. (1972) |
| MDH | Malate dehydrogenase | Ayala et al. (1972) |
| SOD | Superoxide dismutase | Ayala et al. (1972) |

Insgesamt konnten 250 *M. aeneus* und 6 *M. viridescens* bearbeitet werden. Von *M. aeneus* ließen sich 4 Tiere nicht zuordnen. Es handelte sich hierbei um frisch geschlüpfte Jungkäfer. Die geringen Stückzahlen anderer Arten (neben *M. aeneus* und *M. viridescens*) sowie das Vorhandensein deutlicher morphometrischer Unterschiede zwischen *M. aeneus* und *M. viridescens* legten nahe, auf den Einsatz der Elektrophorese für die Artbestimmung zu verzichten.

3.1.2 Welche Arten der Gattung *Meligethes* kommen in den verschiedenen Regionen der Bundesrepublik vor und sind wirtschaftlich relevant?

Aus Winterlagerproben aus Bayern (Freising, Oberfranken), Niedersachsen (Göttingen) und Mecklenburg-Vorpommern (Fahrenholz, Kösterbeck, Sagerheide) wurden in den Überwinterungsperioden 2007/2008 486 Tiere, 2008/2009 2289 Tiere und 2009/2010 (nur M-V) 980 Tiere untersucht.

Mit lediglich drei Arten der Familie Nitidulidae konnte im untersuchten Zeitraum nur ein begrenztes Artenspektrum nachgewiesen werden. (Tab. 4). *M. aeneus* dominiert in den Winterlagerproben. Abweichende Ergebnisse wurden aber für die Proben aus den Winterlagern des Göttinger Raums gefunden, es konnten dort aber nur wenige Glanzkäfer in Winterlagern erfasst werden und diese gehören meist nicht zur Art *M. aeneus*.

Um dennoch eventuelle Unterschiede in den Artinventaren von Winterlagern erfassen zu können, wurden im März 2010 Proben aus potentiellen Winterlagern zweier Gebieten der Schweiz eingetragen. Hierfür konnten nach Absprache mit Mitarbeitern der „Station fédérale de recherches en production végétale de Changins“ (Zoologie agricole, Cp 254, CH-1260 Nyon, Switzerland) je 3 Probenraster in einem Gebiet in der Nähe vom Genfer See (von den dortigen Rapsflächen liegen bisher keine Meldungen über das Auftreten von

insektizidresistenten Rapsglanzkäfern vor) und in einem Problemgebiet mit Pyrethroid-resistenz der Glanzkäfer beprobt werden. Obwohl nur wenige Glanzkäfer extrahiert werden konnten, dominierten wie erwartet, in den Proben aus dem Gebiet in der Nähe vom Genfer See Käfer der Art *M. viridescens*.

Tab. 4: Anteil der Glanzkäferarten in den deutschen Winterlagerproben aus 2007/2008 und 2008/2009.

| Art | Anzahl (%) | | |
|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| | 2007/2008 | 2008/2009 | 2009/2010 |
| <i>Meligethes aeneus</i> | 478 (98,56) | 2284 (99,78) | 980 (100,00) |
| <i>Meligethes viridescens</i> | 1 (0,21) | 2 (0,09) | |
| <i>Epuraea melanocephala</i> | 6 (1,24) | 3 (0,13) | |

Aus Feldversuchen in Bayern, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern des Forschungsvorhabens 06HS047 sowie aus Großbritannien, Frankreich, Ungarn, Tschechische Republik, Polen, Schweden, Schweiz und Dänemark wurden in 2008 12.057, Tiere untersucht. 2009 und 2010 wurden hauptsächlich Tiere aus den Feldversuchen in Mecklenburg-Vorpommern für die Artbestimmung genutzt.

Eine Zusammenfassung der Proben aus Rapsbeständen aus 2007 und 2008 zeigt, dass die Familie Nitidulidae nur mit einem begrenzten Artenspektrum aus der Gattung *Meligethes* vertreten ist (Tab. 5). Diese Ergebnisse wurden in 2009 und 2010 bestätigt, es konnten neben *M. aeneus* lediglich 3 Käfer der Art *M. viridescens* nachgewiesen werden.

Tab. 5: Artenverteilung der Glanzkäfer in den Feldproben aus 2007 und 2008

| Art | 2007 | | 2008 | |
|------------------------|--------|------------|--------|------------|
| | Anzahl | Anteil (%) | Anzahl | Anteil (%) |
| <i>M. aeneus</i> | 34108 | (99.658) | 11489 | (95.289) |
| <i>M. viridescens</i> | 105 | (0.307) | 554 | (4.595) |
| <i>M. nigrescens</i> | 4 | (0.012) | 11 | (0.091) |
| <i>M. coracinus</i> | 1 | (0.003) | 2 | (0.017) |
| <i>M. carinulatus</i> | 0 | (0.000) | 1 | (0.008) |
| <i>M. ovatus</i> | 1 | (0.003) | | |
| <i>M. pedicularius</i> | 6 | (0.018) | | |
| Summe | 34225 | (100,00) | 12057 | (100,00) |

In den untersuchten Proben aus Rapsbeständen dominiert *M. aeneus*. Andere Arten konnten häufiger nachgewiesen werden, wenn Aufsammlungen von Pflanzen berücksichtigt wurden, die nicht mit Brassicaceen verwandt sind (so wurden z.B. auf Brennsessel aus Pettenbrunn, Bayern, 169 *Meligethes* spp. geklopft, davon waren nur 1,78 % *M. aeneus*).

Ein Vergleich der Proben aus verschiedenen europäischen Anbaugebieten zeigt ebenfalls, dass *M. aeneus* meist dominierend auftritt (Tab. 6). Ausnahmen bilden Proben aus Gebieten, in denen Glanzkäfer weniger häufig in den Rapsbeständen auftreten, bzw. in denen Bekämpfungen von Glanzkäfern im Rapsbestand nur weniger häufig erfolgen. Aus diesen

Gebieten liegen meist auch keine Meldungen über das Auftreten von insektizidresistenten Rapsglanzkäfern vor. Die Konsequenzen werden besonders am Beispiel einer Probe aus der Schweiz (aus einem Rapsfeld in der Nähe des Genfer Sees) deutlich. Nach Durchführung des Bioassays zur Bestimmung der Pyrethroidresistenz, war die Gesamtprobe als sensitiv gegen I-Cyhalothrin zu charakterisieren. Die Gesamtprobe bestand aber nur zu 42,91 % aus *M. aeneus* und zu 57,09 % aus *M. viridescens* (Tab. 6). Wurden die im Bioassay gefundenen Mortalitäten nur auf den eigentlichen Rapsglanzkäfer, *M. aeneus*, bezogen, waren diese Tiere als resistent gegen I-Cyhalothrin zu charakterisieren.

Tab. 6: Prozentualer Anteil von *M. aeneus* (*M. a.*) in 60 Feldproben aus verschiedenen Ländern Europas von Juni bis September 2008 (D Deutschland (incl. Feldproben aus Zulassungsversuchen für andere Auftraggeber), AU Österreich, HU Ungarn, CZ Tschechische Republik, PL Polen, F Frankreich, CH Schweiz, SWE Schweden, UK Großbritannien)

| Herkunft | Käfer (n) | Proben | | Variabilität der Anteile von <i>M. a.</i> (%) |
|----------|-----------|------------|-----------------------|---|
| | | Gesamt (n) | mit 100% <i>M. a.</i> | |
| D | 17.524 | 36 | 21 | 87,93 - 100,00 |
| AU | 192 | 3 | 1 | 88,89 - 100,00 |
| HU | 249 | 5 | 3 | 90,00 - 100,00 |
| CZ | 344 | 3 | 0 | 94,31 - 98,28 |
| PL | 1.170 | 2 | 1 | 99,88 - 100,00 |
| F | 710 | 3 | 1 | 67,23 - 100,00 |
| CH | 536 | 1 | 0 | 42,91 |
| SWE | 401 | 2 | 0 | 98,04 - 98,57 |
| UK | 1.785 | 5 | 3 | 99,38 - 100,00 |

3.1.3 Gab es eine Artverschiebung in den letzten Jahren?

Die ersten umfangreicheren Beobachtungen über das Auftreten verschiedener Vertreter der Gattung *Meligethes* an Raps wurden von Bollow (1950) in Bayern durchgeführt. Er konnte neben *M. aeneus* und *M. viridescens* die Arten *M. coracinus*, *M. coeruleovirens*, *M. flavimanus*, und in geringer Zahl *M. pedicularius* und *M. maurus* feststellen. Bei Untersuchungen im übrigen deutschen Anbaugebiet (Nolte und Fritzsche, 1952) wurden folgende *Meligethes*-Arten auf Raps nachgewiesen: *M. aeneus*, *M. viridescens*, *M. coracinus*, *M. nigrescens*, *M. atratus*, *M. maurus*, *M. bidens*, von denen neben *M. aeneus* vor allem *M. viridescens* und *M. coracinus* wegen ihres zahlreichen Auftretens mehr Aufmerksamkeit fanden, wofür das starke Auftreten dieser beiden Arten zur Zeit der Rapsvollblüte sprach. *M. coeruleovirens*, *M. flavimanus* und *M. pedicularius*, die von Bollow (1950) in Bayern beobachtet wurden, konnten in den übrigen deutschen Gebieten nicht gefunden werden. Scherney (1953) stellte später fest, dass in Bayern neben *M. aeneus* auch *M. viridescens*, *M. coeruleovirens* und *M. coracinus* zu den Rapschädlingen gerechnet werden müssen. Er bestätigte, dass *M. aeneus* als erster im Frühjahr auf den Rapsfeldern erscheint, während die anderen Arten erst später zufliegen. Die Lebensweise von *M. viridescens* entspricht nach Untersuchungen dieses Verfassers derjenigen von *M. aeneus*.

Hieraus ist zu ersehen, dass *M. aeneus* in sämtlichen Vegetationsgebieten, in denen Käferfänge durchgeführt wurden, vertreten war. 1951 wurde diese Art in einer Probe mit 30 *Meligethes*-Exemplaren auf der Insel Usedom nicht gefunden (Nolte und Fritzsche, 1952). Bei den Untersuchungen in den folgenden Jahren wurde sie jedoch in allen von dort stammenden Proben gefunden. Da der Fang 1951 wesentlich geringer war, wurde das Fehlen von *M. aeneus* in diesem Jahr auf die geringe der Beobachtung zugrunde liegende Käferzahl zurückgeführt.

M. viridescens konnte 1951 in allen Vegetationsgebieten nachgewiesen werden. Diese Art wurde ebenso wie *M. aeneus* in Deutschland als allgemein am Raps vorkommend bezeichnet. Das gleiche gilt für *M. coracinus*. Während diese Art 1951 in Schleswig-Holstein, in der Köllner Tieflandsbucht, im Pfälzer Wald und Nordpfälzer Bergland nicht beobachtet wurde, war sie 1952 in diesen Gebieten vertreten. In Bayern wurde sie von Bollow (1950) und Scherney (1953) nur im Bayrischen Wald nicht festgestellt. *M. nigrescens* trat überall in Nord- und Mitteldeutschland an Raps auf. Der zahlenmäßige Anteil dieser Art an den Fängen war allerdings gering, in Süddeutschland wurde sie nur in der Schwäbischen Alb und im Neckarbergland gefunden.

Die Arten *M. coeruleovirens* und *M. flavimanus*, die nach Angaben von Bollow (1950) und Scherney (1953) in größerer Zahl die Rapsbestände aufsuchten, konnten damals nur in Bayern beobachtet werden; ebenso *M. pedicularius*, die jedoch auf Raps nur als Zufallsgast gewertet wurde (Bollow, 1950). Neben den bisher genannten Arten war *M. atratus* vereinzelt in einigen Gebieten Süd-, Mittel- und Norddeutschlands anzutreffen. *M. bidens* wurde wie im Jahre 1951 nur in wenigen Exemplaren in Mecklenburg gefunden.

M. maurus, von Bollow (1950) bei Ingolstadt an Raps nachgewiesen, war 1951 und 1952 auch in den Proben aus Neustadt a. d. Haardt enthalten. Daneben wurde er 1952 in ganz geringer Zahl im Harzvorland bei Aschersleben beobachtet. Über die Verbreitung der verschiedenen Arten der Gattung *Meligethes* an Raps in Deutschland kann auf Grund der Untersuchungen der Jahre 1951 und 1952 und der Angaben von Bollow (1950) und Scherney (1953) festgestellt werden, dass *M. aeneus*, *M. viridescens* und *M. coracinus* in Deutschland als allgemein verbreitet zu gelten haben. *M. nigrescens* besiedelt in Nord- und Mitteldeutschland regelmäßig, wenn auch in geringerer Zahl als die erstgenannten Arten, die Rapsbestände. In Bayern wurde *M. coeruleovirens* auf den Rapsbeständen beobachtet. Die übrigen Arten treten nur in wenigen Gebieten auf. Ihr zahlenmäßiger Anteil ist jedoch dort so gering, dass sie als Zufallsgäste betrachtet werden müssen.

Beim Projektnehmer lagern konservierte Glanzkäferproben, die in den letzten Jahren eingesammelt werden konnten. Diese wurden zusammen mit den in Projekt 03HS039 gewonnenen Käferproben einer Artbestimmung unterzogen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in den Proben aus europäischen Rapsanbaugebieten fast nur *M. aeneus* gefunden wurde. Während 2004 in Deutschland noch Proben gewonnen werden konnten, in denen der Anteil anderer *Meligethes*-Arten bis zu ca. 20 % betrug (Abb. 1), war dies in der Projektlaufzeit von 2007 – 2010 nicht mehr

möglich. 2008 wurde noch eine einzelnen Probe entnommen, in der *M. aeneus* „nur“ einen Anteil von 87,93 % bildete, in den Folgejahren konnten noch weniger andere *Meligethes*-Arten erfasst werden.

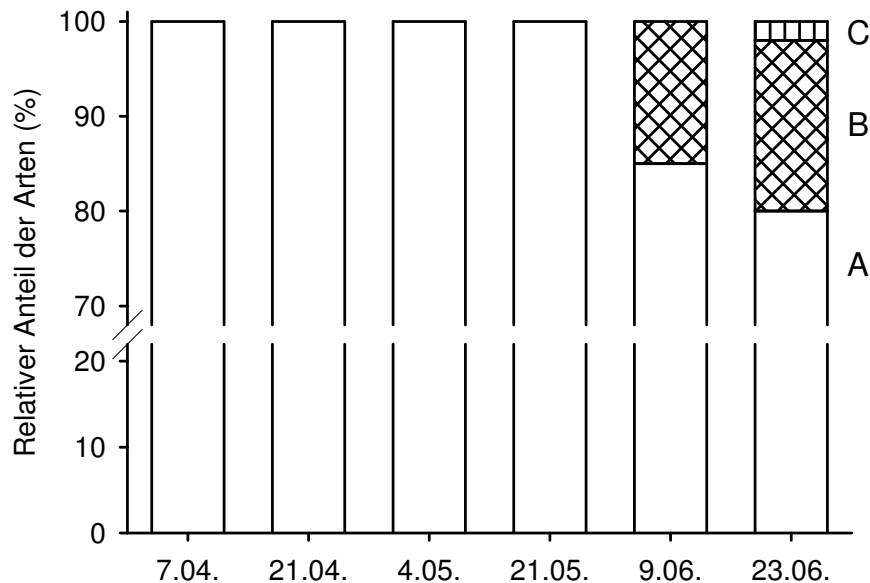


Abb. 1: Anteil der *Meligethes*-Arten in Feldproben aus der Umgebung von Schwerin aus 2004. (A - *M. aeneus*, B – *M. viridescens*, C- *M. nigrescens*, *M. coeruleovirus* und *M. coracinus*)

Diese Ergebnisse bestätigen nicht die in älteren Arbeiten berichteten Vorkommen anderer Glanzkäferarten. Die Ursachen für diese unterschiedlichen Resultate können z.Z. nicht endgültig bestimmt werden. Möglich wäre, dass durch die Methode der Probenentnahme der Nachweis des Auftretens der verschiedenen Glanzkäferarten beeinflusst wird. So wurden in den älteren Arbeiten häufig Fangmethoden eingesetzt, die nur eine optische Lockwirkung (z.B. Gelbschalen) nutzen. In unseren Untersuchungen wurden die Tiere für die Gewinnung der Feldproben aus den Blütenständen geklopft. Für die Suche nach geeigneten Futterpflanzen reagiert *M. aeneus* aber nicht nur positiv auf langwelliges Licht (gelb) sondern auch auf spezifische Pflanzenduftstoffe. Um der Lösung dieses Problems näher zu kommen, wurden die zur Analyse der Migration von *M. aeneus* im Projekt 06HS047 gewonnenen Gelbschalenfänge analysiert. Die Untersuchungsergebnisse dieser Proben aus Mecklenburg-Vorpommern aus 2009 und 2010 zeigen aber, dass in beiden Jahren nur *M. aeneus* durch die Gelbschalen angelockt wurde. Wahrscheinlicher ist deshalb eine starke Selektion der anderen Arten des Genus *Meligethes* durch den großflächigen Anbau von Raps und den intensiven Einsatz von Insektiziden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im Berichtszeitraum in den Proben aus den Rapsfeldern und aus den Winterlagern fast ausschließlich *M. aeneus* gefunden wurden. Es ist zu vermuten, dass durch den großflächigen Anbau von Raps und den intensiven Einsatz von Insektiziden eine starke Selektion der anderen Arten des Genus *Meligethes* erfolgte.

Dies wird durch die Analyse der im Teilprojekt 06HS047 gewonnenen Gelbschalenfänge unterstützt.

3.1.4 Welche *Meligethes*-Arten zeigen Resistenz gegen Pyrethroide?

Die Resistenzsituation in 2010 zeigt nur noch vereinzelt ein Vorkommen von Populationen mit geringer Resistenz (Klasse 3 nach Heimbach et al., 2006). Der überwiegende Teil der Populationen hat Resistenz und hohe Resistenz gebildet. Selbst im Raum um Göttingen konnten keine sensitiven Populationen mehr festgestellt werden. Im Untersuchungszeitraum zeigte das Monitoring eine deutliche Zunahme des Anteils von hoch resistenten Populationen, sensitive Populationen konnten in 2010 gar nicht mehr nachgewiesen werden. Dies entspricht der für die ganze Bundesrepublik nachgewiesenen Entwicklung, wonach der Anteil resistenter Populationen von 2005 bis 2010 überall angestiegen ist und 2010 sehr sensitive und sensitive Rapsglanzkäferpopulationen überall verschwunden sind (Heimbach et al. 2010).

Durch das geringe Auftreten anderer *Meligethes*-Arten konnte vergleichend zu *M. aeneus* lediglich *M. viridescens* auf Empfindlichkeit/Resistenz gegen Pyrethroide getestet werden. Die *M. viridescens*-Proben aus Deutschland wurden durch zusätzlich in der Schweiz eingetragene Proben ergänzt. Für alle Proben konnte der Nachweis erbracht werden, dass kein Tier eine 5-stündige Exposition gegen 20 % der Feldaufwandmenge von I-Cyhalothrin (7,5 g a.i./ ha = 100 %) überlebte. Somit sind alle Herkünfte von *M. viridescens* als sensitiv gegen Pyrethroide zu charakterisieren.

Interessant ist der Befund von Fritzsche (1957), wonach bei Untersuchungen über die Insektizidempfindlichkeit *M. viridescens* im Vergleich mit *M. aeneus*, *M. coracinus* und *M. nigrescens* die größte Widerstandsfähigkeit gegenüber DDT-Mitteln zeigte. Fritzsche (1957) vermutet deshalb, dass die Klagen der Praxis über das Versagen von DDT-Mitteln auf Dominanz von *M. viridescens* unter den in diesen Fällen aufgetretenen *Meligethes*-Arten zurückzuführen sind. Es wäre hiernach nicht unwahrscheinlich, dass nach der Periode des dominierenden Einsatzes von Pyrethroiden, die dominierende Verwendung eines Insektizides mit anderem MoA zur Resistenzbildung bei einer anderen *Meligethes*-Art führt und diese dann Dominanz zeigt.

3.1.5 Welche biologischen Ansprüche haben die einzelnen Arten?

Müller (1941) und Fritzsche (1957) haben über das Verlassen der Winterlager von *Meligethes* spp. eingehende Beobachtungen gemacht.

Fritzsche (1957) erkannte, dass als Bezugsgröße für die Untersuchungen nicht die täglichen mittleren Bodentemperaturen zugrunde gelegt werden sollten, sondern die um 14 Uhr gemessenen. Um diese Zeit erreichten die Bodentemperaturen in den oberen Bodenschichten (2 bis 5 cm Tiefe) ihren Höchstwert. Im Frühjahr erschienen die ersten

Exemplare von *M. aeneus* im künstlichen Winterlager von Fritzsche (1957) zu einem Zeitpunkt, als die mittlere Bodentemperatur (2 cm Tiefe) an diesem Tag 4,4° C. betrug. In den Laborversuchen über die Reaktion der Glanzkäfer auf niedrige Temperaturen konnte jedoch festgestellt werden, dass bei dieser Temperatur *M. aeneus* noch keine Gehbewegungen durchführen kann, also ein Verlassen des Bodens noch nicht möglich ist. Ein Vergleich des Erscheinens der Käfer mit der um 14 Uhr in 2 cm Tiefe gemessenen Temperatur (an diesem Tage 9,6° C) ergab eine Bestätigung der Laborbefunde. Dies ließ sich auch für andere Zeitpunkte des Verlassens der Winterlager bestätigen. Starkes Käferauftreten zu Zeiten, als die Werte für die mittleren Bodentemperaturen nur bei 8° C lagen, die 14-Uhr-Temperaturen jedoch 14° C überschritten, sprach dafür, als effektive Temperaturen bei den Freilandbeobachtungen über das Verlassen der *Meligethes*-Winterlager die 14-Uhr-Werte zu nutzen.

Für das Verlassen der Winterquartiere ist die Bodentemperatur bei allen von Fritzsche (1957) untersuchten *Meligethes*-Arten von ausschlaggebender Bedeutung. *M. aeneus* erscheint, sobald die Bodentemperatur auf über 8° C ansteigt. Für *M. coracinus* und *M. nigrescens* konnte als Mindesttemperatur hierfür 11°-12° C festgestellt werden. *M. viridescens* stellt von allen Arten die höchsten Wärmeansprüche beim Verlassen des Bodens. Mit seinem Erscheinen ist erst zu rechnen, wenn die Bodentemperaturen auf über 20° C angestiegen sind.

Die Besiedelung der Frühlingsblüten und die Zuwanderung zu den Rapsbeständen sind nach den Beobachtungen von Müller (1941) und Fritzsche (1957) weitgehend von der Lufttemperatur abhängig. Fritzsche (1957) legte, ebenso wie Müller (1941), die täglichen Temperaturmaxima zugrunde, da sich das Arbeiten mit Tagesmittelwerten als ungeeignet erwies. Nach Beobachtungen von Müller (1941) erfolgt die Zuwanderung zu den Rapsbeständen bei Ansteigen der maximalen Lufttemperaturen auf über 15° C.

Im Projektzeitraum konnten diese Ergebnisse bestätigt werden. Nachweise der neben *M. aeneus* erfassten Arten (*M. viridescens*, *M. nigrescens*, *M. coeruleovirus* und *M. coracinus*) gelangen erst, als Maximaltemperaturen auf über 20° C stiegen. Die Temperaturmittelwerte lagen jedoch nur bei einer Temperatur, bei der erst das Verlassen des Bodens erfolgt. Zu dieser Zeit blühte der Raps bereits.

3.1.6 Unterscheiden sich die Ansprüche der resistenten Arten untereinander?

Das Auftreten resistenter Populationen wurde nur für *M. aeneus* gefunden. Die wenigen in Deutschland gefundenen Tiere der Art *M. viridescens* waren alle sensitiv gegenüber dem Pyrethroid I-Cyhalothrin. Dieser Befund wurde auch durch die Untersuchungen an in der Schweiz gesammelten *M. viridescens* bestätigt.

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse führen über eine Erweiterung der Kenntnisse der Faktoren, die das Auftreten des Rapsglanzkäfers und seiner verwandten Arten sowie ihrer

Populationsdynamik im Feld und im Winterlager bestimmen, zu einer besseren Prognose des zu erwartenden Befalls und zur Vermeidung von Schäden im Rapsanbau. Durch den Befund, dass in Winterlagern und im deutschen Rapsanbau lediglich *M. aeneus* dominant auftritt und Resistenz gegen Pyrethroide entwickelte, wird bereits zu Beginn der Vegetationsperiode eine Aussage über den Anteil der nicht oder nur noch im reduzierten Maße mit Pyrethroiden bekämpfbaren Tiere möglich. Die Ergebnisse werden langfristig dazu beitragen, die Populationsdynamik von Glanzkäfern prognostizieren zu können, um den Anbau dieser Kultur auch zukünftig zu sichern und den Einsatz von Insektiziden zu optimieren. Kurzfristig sind Beratungshilfen für Landwirte über das Auftreten der Glanzkäfer und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung gegeben.

4 Zusammenfassung

Im Untersuchungszeitraum wurden zunächst verschiedene Bestimmungsschlüssel (mit Nutzung morphometrischer und biochemischer Bestimmungsmerkmale) für Arten der Gattung *Meligethes* verifiziert. Das genutzte Tiermaterial entstammt den Leihgaben verschiedener Museen. Für einen neu erarbeiteten Bestimmungsschlüssel wurden die genutzten morphometrischen Merkmale in Digitalphotos dokumentiert. Die Verwendung biochemischer Analysen zur Artbestimmung wird nicht empfohlen.

Die Analyse von mehreren Tausend Glanzkäfern zeigte, dass nur *M. aeneus* in allen Rapsanbaugebieten Deutschlands vorkommt und nur diese Art wirtschaftlich relevant ist.

Die Anzahl der im Rapsbestand auftretenden *Meligethes*-Arten hat sich in Deutschland stark reduziert, überall dominiert *M. aeneus*. Unter den wenigen weiteren Arten der Gattung (*M. viridescens*, *M. nigrescens*, *M. coracinus*, *M. carinulatus*, *M. ovatus* und *M. pedicularius*) ist *M. viridescens* im Untersuchungszeitraum am häufigsten. Diese Art bildete in historischen Untersuchungen einen geringeren Anteil unter den auf Raps gefundenen Glanzkäfern. Es wird vermutet, dass durch den großflächigen Anbau von Raps und den intensiven Einsatz von Pyrethroiden eine starke Selektion der anderen *Meligethes*-Arten erfolgte.

Durch das geringe Auftreten anderer *Meligethes*-Arten konnte, vergleichend zu *M. aeneus*, lediglich *M. viridescens* auf Empfindlichkeit/Resistenz gegen Pyrethroide getestet werden. Das Monitoring zeigte im Untersuchungszeitraum eine deutliche Zunahme des Anteils von hoch resistenten *M. aeneus*-Populationen, sensitive Populationen konnten in 2010 gar nicht mehr nachgewiesen werden. Dagegen sind alle Herkünfte von *M. viridescens* sensitiv gegen Pyrethroide.

Die biologischen Ansprüche der *Meligethes*-Arten unterscheiden sich. Für das Verlassen der Winterquartiere ist die Bodentemperatur von ausschlaggebender Bedeutung. *M. aeneus* erscheint, sobald die Bodentemperatur bei Messungen um 14.00 Uhr auf über 8° C ansteigt. Während *M. coracinus* und *M. nigrescens* nach Fritzsche (1957) erst ab 11°-12° C mit dem Verlassen des Winterlagers beginnen, ist mit dem Erscheinen von *M. viridescens* erst zu rechnen, wenn die Bodentemperaturen auf über 20° C angestiegen sind.

Die Zuwanderungen zu den Rapsbeständen erfolgen durch *M. aeneus* wenn die maximalen Lufttemperaturen auf über 15° C ansteigen. Nachweise der anderen erfassten Arten (*M. viridescens*, *M. nigrescens*, *M. coeruleovirus* und *M. coracinus*) gelangen erst, als die Maximaltemperaturen auf über 20° C stiegen. Die Temperaturmittelwerte lagen jedoch nur bei einer Temperatur, bei der erst das Verlassen des Bodens erfolgt. Zu dieser Zeit blühte der Raps bereits.

Da nur von *M. aeneus* Populationen mit Resistenz gegen Pyrethroide gefunden wurden, konnten Unterschiede in der Biologie zu anderen resistenten Arten nicht dargestellt werden.

5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen/Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Artbestimmung

| Geplantes Versuchsziel | Erreichtes Versuchsziel |
|--|---|
| Wie lassen sich die Arten schnell und eindeutig bestimmen? | Durch Literaturlauswertung und Vergleich von Sammlungsmaterial konnten vorhandene Bestimmungsschlüssel verifiziert und ein neuer Schlüssel erarbeitet werden. Dieser sieht die Nutzung morphometrischer Merkmale vor. |

Verbreitung wirtschaftlich relevanter Arten

| Geplantes Versuchsziel | Erreichtes Versuchsziel |
|--|---|
| Welche Arten der Gattung <i>Meligethes</i> kommen in den verschiedenen Regionen der Bundesrepublik vor und sind wirtschaftlich relevant? | Im Berichtszeitraum wurden in den Proben aus Winterlagern und Rapsfeldern verschiedener Bundesländer fast nur <i>M. aeneus</i> und wenige andere Arten (<i>M. viridescens</i> , <i>M. nigrescens</i> , <i>M. coracinus</i> , <i>M. carinulatus</i> , <i>M. ovatus</i> , <i>M. pedicularius</i>) gefunden. Lediglich <i>M. aeneus</i> ist wirtschaftlich relevant. |

Artverschiebung

| Geplantes Versuchsziel | Erreichtes Versuchsziel |
|--|---|
| Gab es in den letzten Jahren eine Artverschiebung? | In Deutschland hat sich die Anzahl der im Rapsbestand auftretenden <i>Meligethes</i> -Arten stark reduziert, überall dominiert <i>M. aeneus</i> . <i>M. viridescens</i> ist unter den wenigen weiteren Arten der Gattung am häufigsten. Diese Art bildete in historischen Untersuchungen einen geringeren Anteil unter den auf Raps gefundenen Glanzkäfern. Es wird vermutet, dass durch den großflächigen Anbau von Raps und den intensiven Einsatz von Pyrethroiden eine starke Selektion der |

| | |
|--|--|
| | anderen <i>Meligethes</i> -Arten erfolgte. |
|--|--|

Pyrethroidresistente *Meligethes*-Arten

| Geplantes Versuchsziel | Erreichtes Versuchsziel |
|---|---|
| Welche <i>Meligethes</i> -Arten zeigen Resistenz gegen Pyrethroide? | Durch das geringe Auftreten anderer <i>Meligethes</i> -Arten konnte, vergleichend zu <i>M. aeneus</i> , lediglich <i>M. viridescens</i> auf Empfindlichkeit/Resistenz gegen Pyrethroide getestet werden. Im Untersuchungszeitraum zeigte das Monitoring eine deutliche Zunahme des Anteils von hoch resistenten <i>M. aeneus</i> -Populationen, sensitive Populationen konnten in 2010 gar nicht mehr nachgewiesen werden. Alle Herkünfte von <i>M. viridescens</i> sind sensitiv gegen Pyrethroide. |

Biologie der Arten

| Geplantes Versuchsziel | Erreichtes Versuchsziel |
|--|--|
| Welche biologischen Ansprüche haben die einzelnen Arten? | Für das Verlassen der Winterquartiere ist die Bodentemperatur von Bedeutung. <i>M. aeneus</i> erscheint, sobald (bei Messungen um 14.00 Uhr) die Bodentemperatur auf über 8° C ansteigt. Während <i>M. coracinus</i> und <i>M. nigrescens</i> nach Fritzsche (1957) erst ab 11°-12° C mit dem Verlassen des Winterlagers beginnen, ist mit dem Erscheinen von <i>M. viridescens</i> erst zu rechnen, wenn die Bodentemperaturen auf über 20° C angestiegen sind. Die Zuwanderungen zu den Rapsbeständen erfolgen durch <i>M. aeneus</i> bei Ansteigen der maximalen Lufttemperaturen auf über 15° C. Die anderen Arten (<i>M. viridescens</i> , <i>M. nigrescens</i> , <i>M. coeruleovirus</i> und <i>M. coracinus</i>) konnten erst nachgewiesen werden, als die Maximaltemperaturen auf über 20° C stiegen. Die Temperaturmittelwerte lagen jedoch nur bei einer Temperatur, bei der erst das Verlassen des Bodens erfolgt. Zu dieser Zeit blühte der Raps bereits. |

Unterschiede zwischen resistenten Arten

| Geplantes Versuchsziel | Erreichtes Versuchsziel |
|---|---|
| Unterscheiden sich die Ansprüche der resistenten Arten untereinander? | Da nur von <i>M. aeneus</i> Populationen mit Resistenz gegen Pyrethroide gefunden wurden, konnten Unterschiede zu anderen resistenten Arten nicht dargestellt werden. |

6 Literaturverzeichnis

- Alford D.V. (ed) (2003): Biocontrol of oilseed rape pests. Blackwell Publishing, Oxford, UK: pp. 368.
- Audisio, P & Spornraft, K. (1990): Taxonomie, Ökologie und Verbreitung von *Meligethes coracinus* Auctt. mit Beschreibung einer neuen Art (Coleoptera: Nitidulidae). Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 39(3).
- Audisio, P., De Biase, A., Antonini, G. (2003): A new exceptional *Meligethes* of the *M. aeneus* species-group from Western Alps and an updated key to identification of *M. aeneus* and allied species (Coleoptera: Nitidulidae: Meligethinae). Insect Systematics and Evolution 34(2).
- Audisio, P., De Biase, A., Antonini, G., Belfiore, C. & Oliverio, M. (2001): Morphological, molecular and ecological evidence of a new Euro-Anatolian species of the *Meligethes coracinus* complex (Coleoptera: Nitidulidae). Insect Systematics and Evolution 31(4).
- Audisio, P., De Biase, A., Antonini, G., Oliverio, M., Ketmaier, V. & De Matthaëis, E. (2002): Specific distinction by allozymic data of sympatric sibling species of the pollen beetle genus *Meligethes* (Coleoptera, Nitidulidae). Italian Journal of Zoology 69(1).
- Audisio, P., De Biase, A., Romanelli, P., Angelici M. C., Ketmaier, V. & De Matthaëis, E. (2000) Molecular re-examination of the taxonomy of the *Meligethes viridescens* species complex (Coleoptera: Nitidulidae). Biochemical Systematics and Ecology 28(1).
- Audisio, P., Mancini, E. & De Biase, A. (2006): A new species of the pollen-beetle genus *Meligethes* (Coleoptera: Nitidulidae) of the *M. aeneus* group from Greece, with review of the *M. subaeneus* complex. Zootaxa 1275.
- Bollow, H. (1950): Vorkommen verschiedener *Meligethes*-Arten an Raps in Bayern. Zeitschrift für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München, 1.
- Derron, J. O., Clech, E. L., Bezençon, N. & Goy, G. (2004): Résistance des méligèthes du colza aux pyrèthrinoïdes dans le bassin lémanique. Revue suisse d'agriculture 36(6).
- Fritzsche, R. (1954): Beiträge zur Biologie und Ökologie der Rapschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. Universität Halle, Dissertation.
- Fritzsche, R. (1955): Zur Morphologie von *Meligethes aeneus* Fabr., *M. viridescens* Fabr., *M. coracinus* Sturm und *M. picipes* Sturm (Coleoptera: Nitidulidae). 1 und 3. Beiträge zur Entomologie 5(3/4).
- Fritzsche, R. (1957): Zur Biologie und Ökologie der Rapschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. Z. angew. Ent. 40.
- Ganglbauer, L. (1899): Die Käfer von Mitteleuropa. Wien, 3.
- Hansen, V. (1951): Billeslaegten *Meligethes* Steph. Entomologiske Meddelelser, Kjøbenhavn, 14.

- Jurek, H. (1972): Gatunki stodynska (*Meligethes* Steph.) na rzepaku ozimym - *Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg. f. biennis Thiel. Polski Pismo Entomologiczne, Warszawa 42(2).
- Kazachkova, N., Fahleson, J. & Meijer, J. (2004): Establishment of the amplified fragment length polymorphism (AFLP) technique for genotyping of pollen beetle (*Meligethes aeneus*) - a noxious insect pest on oilseed rape (*Brassica napus*). KLUWER ACADEMIC PUBL. Molecular Biology Reports 31(1).
- Kirk-Spriggs, A. H. (1996): Pollen beetles, Coleoptera: Kateretidae and Nitidulidae: Meligethinae. Handbooks for the Identification of British Insects, Vol. 5(6a).
- Köhler, F. & Klausnitzer, B. (eds.) (1998): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. Entomofauna Germanica. Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft 4, Dresden.
- Marczali, Z. S. & Keszthelyi, S. (2003): A study on *Meligethes* species in Keszthely, 2000. Journal of European Agriculture, 4(3).
- Nolte, H.-W. & Fritzsche, R. (1952): Untersuchungen über das Vorkommen verschiedener *Meligethes*-Arten auf Raps. Beiträge zur Entomologie, Berlin 2.
- Nolte, H.-W. (1954): Käfer bedrohen den Raps. Wittenberg: A.-Ziensen-Verlag, Neue Brehm-Bücherei, Heft 124.
- Reitter, E. (1871): Revision der europäischen *Meligethes*-Arten. IX. Band der Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn.
- Spornraft, K. (1967): Nitidulidae. In: Freude et al. (eds) Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 7, Krefeld, Verlag Goecke & Evers.
- Thieme, T., Hoffmann, U. & Mühlischlegel, F. (2006): Susceptibility of pollen beetles to insecticides on oilseed rape. CD-ROM Proceedings of the International Symposium 'Integrated Pest Management of Oilseed Rape Pests', Göttingen, Germany, 3-5 April 2006.
- Vietinghoff, J. (1985): Untersuchungen zur Schadwirkung und Befallsprognose des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.). Diss. A, Universität Rostock, 154 S.

Appendix



Abb. A1: Größe, Form und Zähnung der Protibia von *M. viridescens*



Abb. A2: Form des Prätarsus von *M. brevis*.



Abb. A3: Form des Mesofemur von *M. viridescens*.

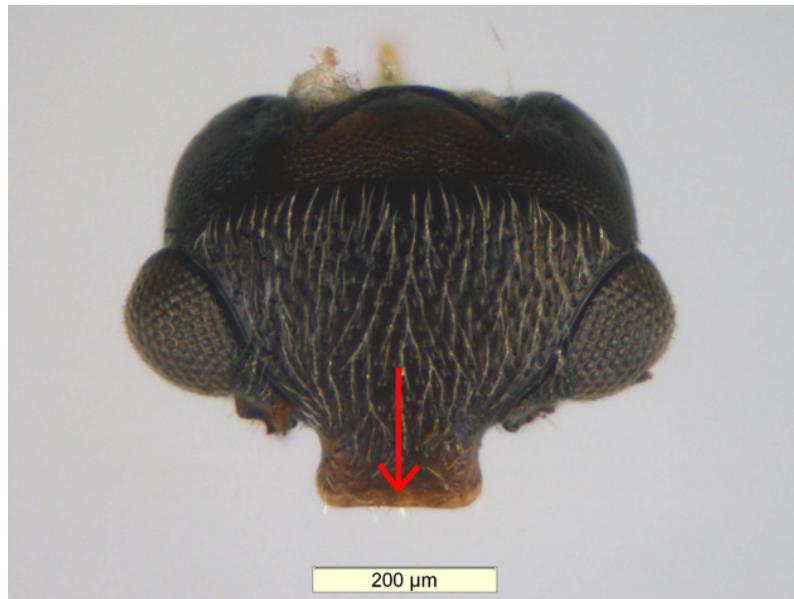


Abb. A4: Form des Randes des Clypeus von *M. nigrescens*.



Abb. A5: Färbung, Größenverhältnisse der Antennenglieder 2 u. 3 von *M. nigrescens*

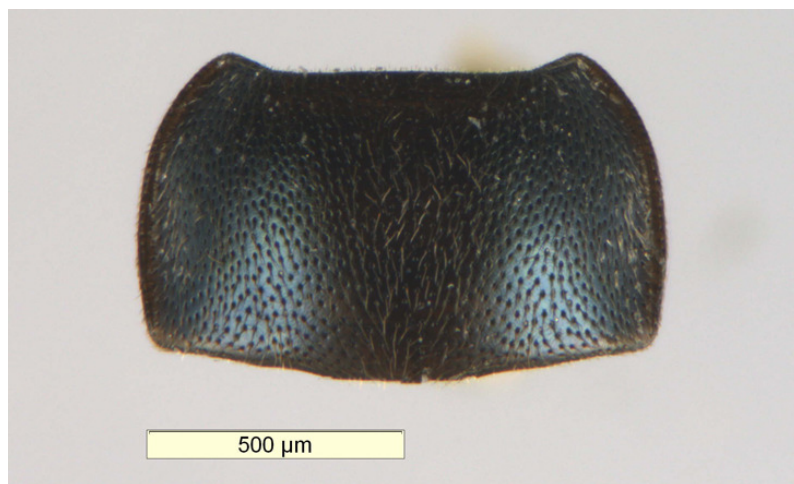


Abb. A6: Verhältnis Breite/Länge und Kantenform des Pronotum von *M. aeneus*.

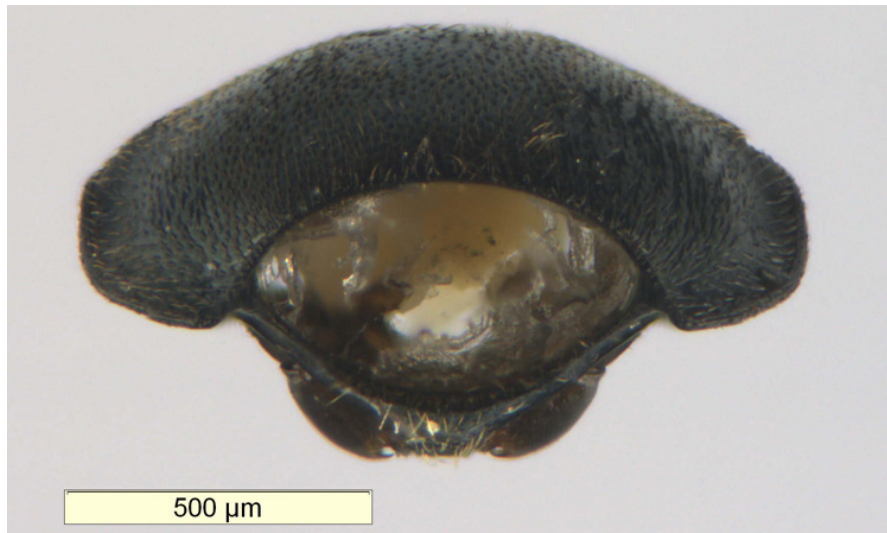


Abb. A7: Verhältnis Breite/Länge und Kantenform des Pronotum von *M. aeneus*.



Abb. A8: Punktion und Oberflächenstruktur der Flügeldeckel von *M. aeneus*.



Abb. A9: Körperform von *M. nigrescens*

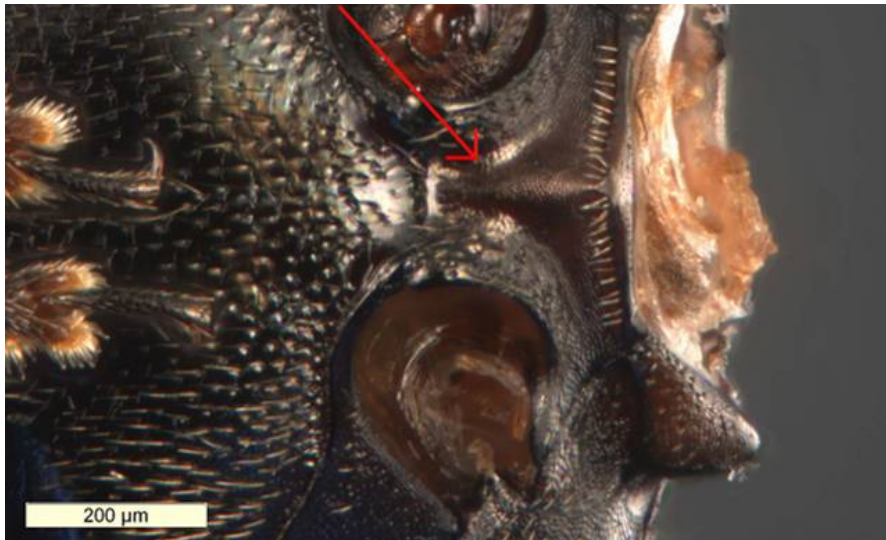


Abb. A10: Form des Mesosternalkamms von *M. czwalinai*.

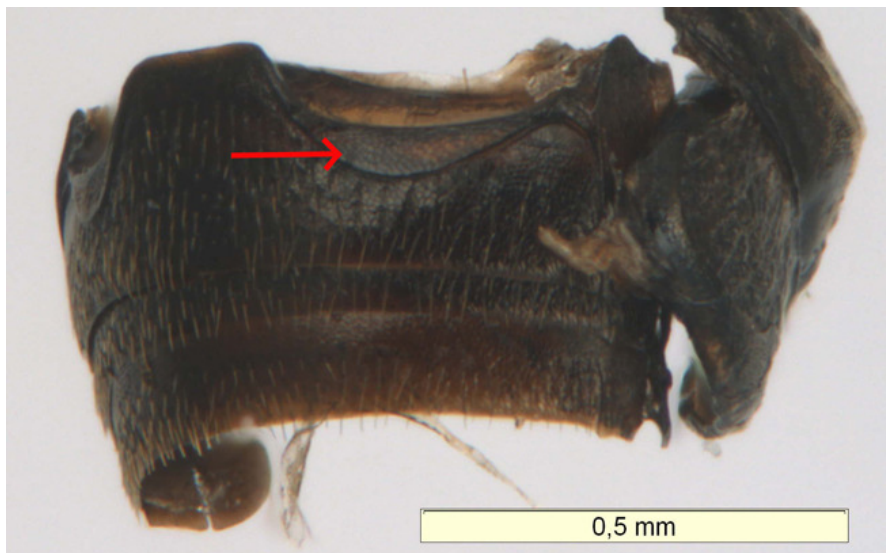


Abb. A11: Verlauf der posterioren Metacoxallinie von *M. carinulatus*.

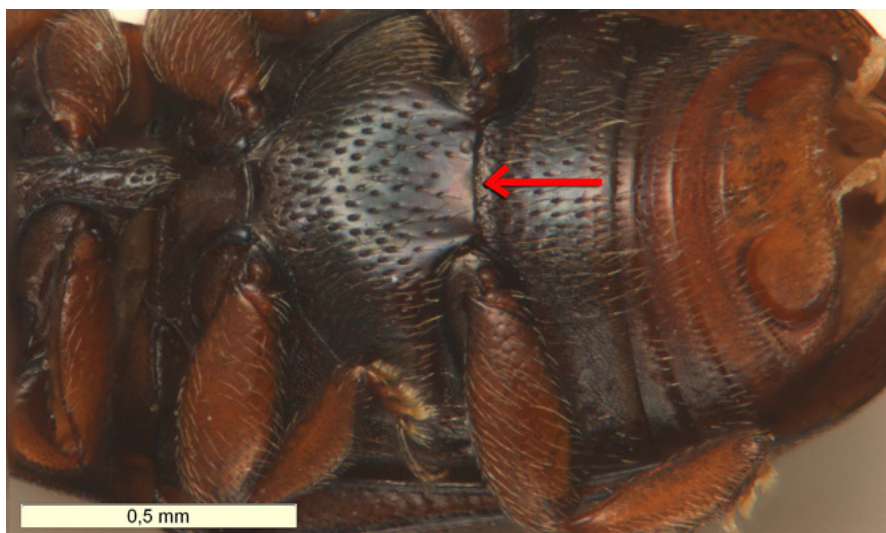


Abb. A12: Relief des Metasternum eines Männchens von *M. haemorrhoidales*.

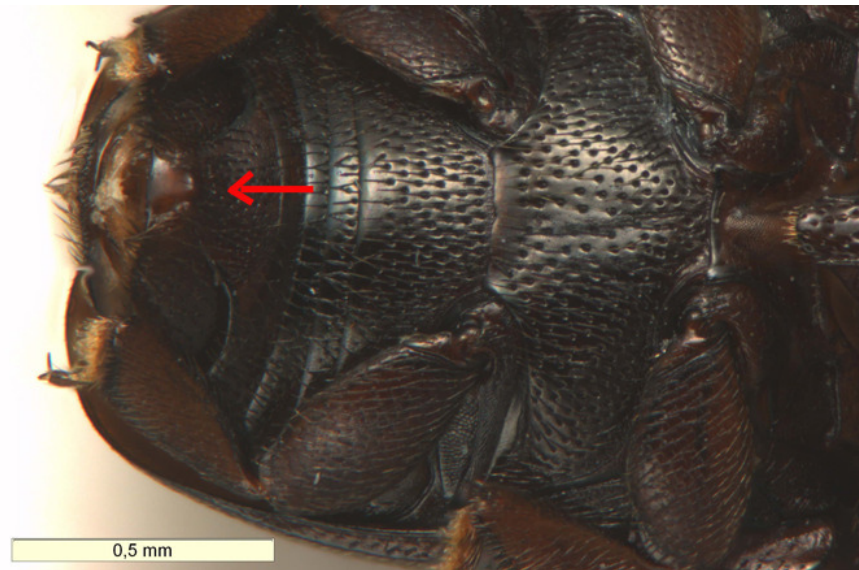


Abb. A13: Relief des letzten Abdominalsternites eines Männchens von *M. persicus*.

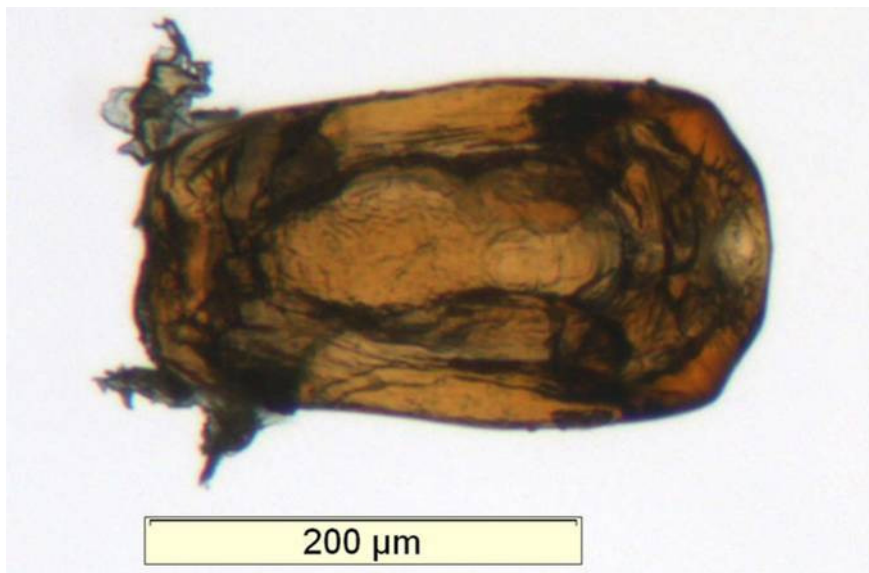


Abb. A14: Medianlobus eines Männchens von *M. nigrescens*

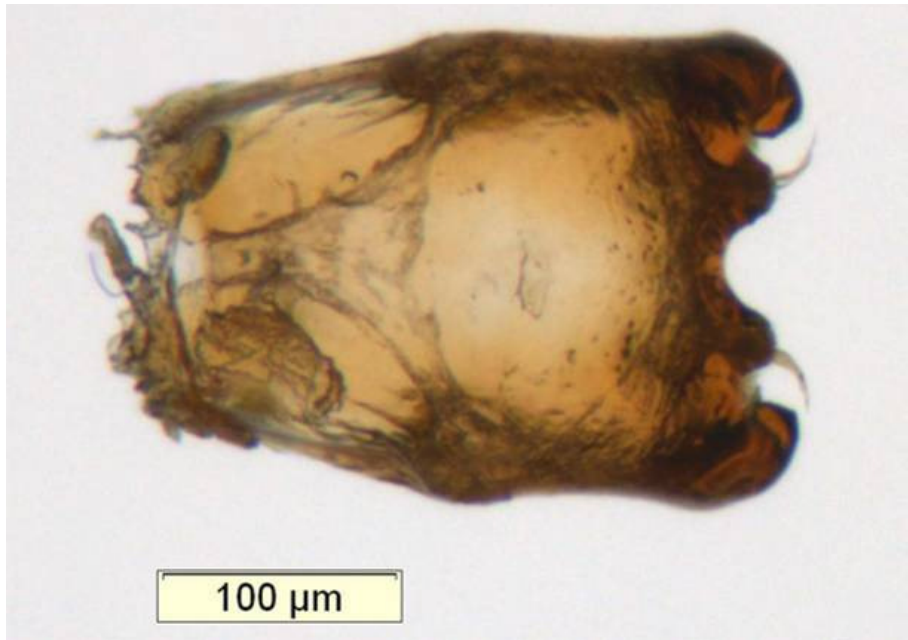


Abb. A15: Tegmen eines Männchens von *M. nigrescens*



Abb. A16: Ovipositor eines Weibchens von *M. viridescens*.