

## **Endbericht für das von der UFOP geförderte Projekt Nr. 521/071:**

### **Analyse der Mortalität von Rapsglanzkäfern im Winterlager und Bestimmung des Anteils von Tieren mit Resistenz gegen Pyrethroide**

Thomas Thieme und Kai Gloyna

BTL BioTest Labor GmbH Sagerheide, 18184 Sagerheide

#### **1. Einleitung und Aufgabenstellung**

Im Jahr 2006 kam es in Deutschland zu massiven Ernteeinbußen bei Raps aufgrund der Resistenz des Rapsglanzkäfers gegen Insektizide. Betroffen waren insgesamt über 200.000 ha Raps. Auf über 30.000 ha kam es zu Schäden mit über 80 % Ertragsausfall; ein Teil der Flächen musste umgebrochen werden. Ursache der Ernteauffälle waren die Koinzidenz von Rapsblüte und Auftreten des Glanzkäfers und die zunehmende Resistenz des Rapsglanzkäfers gegen Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide. Der größte Teil der Rapsanbaufläche Deutschlands, aber auch anderer Länder Europas, war von dieser Resistenz betroffen (BALLANGER et al., 2003, 2007; DERRON et al., 2004; HANSEN, 2003; WEGOREK, 2005).

Die Pyrethroid-Resistenz hat sich nach übereinstimmender Datenlage sowohl in der Flächenverteilung als auch in der Intensität deutlich verstärkt (BURGHAUSE & JÖRG, 2005; HEIMBACH, 2005, HEIMBACH et al., 2006, 2007a, b; NAUEN, 2005; nicht veröffentlichte Daten von NAUEN, SATTLER & SLATER, 2005; THIEME, 2005). Der Wirkungsgrad neu auf den Markt kommender Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide liegt in der Größenordnung von 70 – 80 %; die langfristige Eignung dieser Mittel ist aber zu hinterfragen, da Resistenzbildung zu erwarten ist. Deshalb ist die Erarbeitung einer Resistenzmanagement-Strategie zur Sicherung des Rapsanbaus erforderlich. Diese Untersuchungen müssen durch die Suche nach neuen Ansätzen zur Bekämpfung ergänzt werden. Benötigt wird auch eine Bekämpfungsstrategie, bei der relevante populationsdynamische Erkenntnisse und alternative Ansätze eingebunden werden. Die Biologie des Rapsglanzkäfers ist zwar in einschlägigen Fachbüchern beschrieben, wichtige populationsdynamische Parameter sind aber unbekannt. Die für populationsdynamische Fragestellungen (z.B. Prognose über das Auftreten des Schaderregers) erforderliche Kenntnis der Mortalität ist bisher ebenfalls nur unzureichend untersucht worden. Dazu gehört insbesondere die Mortalität der Tiere im Winterlager.

Die hohe Populationsdichte des Rapsglanzkäfers in 2006 konnte nicht vorhergesagt werden und war sehr überraschend. Über die Ursachen dieses Phänomens, besonders über die Möglichkeit einer Wiederholung in den Folgejahren, wird gegenwärtig nur spekuliert. Auch für die kommenden Jahre lässt sich keine sichere Aussage über die zu erwartende Dichte der Käfer machen; aufgrund des hohen Auftretens im Sommer 2006 wurde jedoch ein hoher Befallsdruck für 2007 vermutet.

Um einen Beitrag zur Lösung dieser Probleme leisten zu können, sollten in der vorliegenden Studie folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wo überwintern die Käfer?
2. Welche Arten der Glanzkäfer sind im Winterlager anzutreffen?
3. Gestattet die Verteilung der Rapsglanzkäfer in den Winterlagern (geklumpt vs. homogen) eine repräsentative Beprobung?
4. Wie hoch ist der Anteil der Käfer mit Resistenz gegen Pyrethroide zum Ende des Winterlagers?
5. Ist das Resistenzniveau der Tiere aus dem Winterlager auf die Situation im Rapsbestand übertragbar?

Das Hauptziel des Projektes besteht in dem Nachweis, dass Analysen des Rapsglanzkäfers im Winterlager bundesweit Aussagen gestatten, über die zu erwartende Anzahl der das Winterlager verlassenden Rapsglanzkäfer und des Anteils pyrethroidresistenter Tiere, die in den Rapsbestand einwandern.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Winterlagerproben**

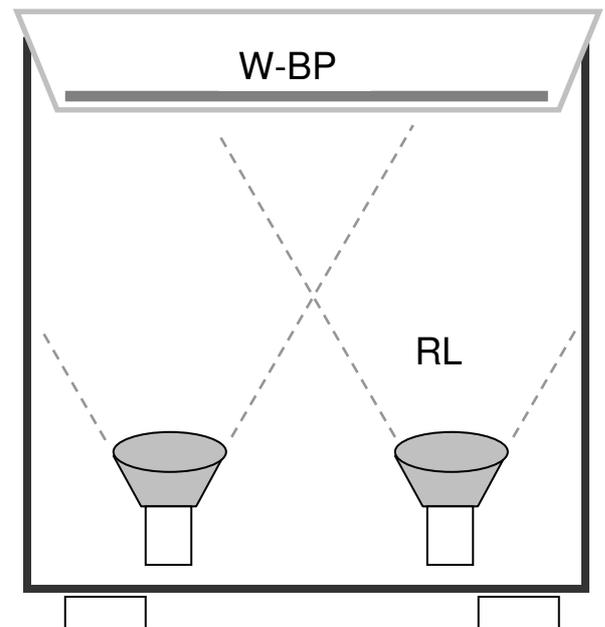
In Zusammenarbeit mit zuständigen Einrichtungen wurden in Problemgebieten des Rapsglanzkäfers in Bayern, Brandenburg und Mercklenburg-Vorpommern Laubstreuproben gewonnen (Tab. 1, Anhang Abb. A1-A4). Die Entnahme der Proben erfolgte an verschiedenen Standorten entweder punktförmig oder in einem Raster (16 x 0,25 m<sup>2</sup> in einem 10 x 10 m Quadrat).

Die Proben (0,25 – 1,0 m<sup>2</sup>, in Abhängigkeit von der Spreuschichtdicke Entnahmetiefe 5-10 cm) wurden in das Labor von BTL in Sagerheide überführt, gesiebt (7 mm Maschenweite), von Laub und groben Holzpartikeln befreit und die Tiere in einer modifizierten Berleseapparatur durch langsame Temperaturerhöhung innerhalb von 30 Minuten ausgetrieben (Abb. 1).

Die Probennahmen aus den Winterlagern begannen im Februar und erfolgten bis April 2007.

**Tab. 1: Entnahme von Winterlagerproben in Bayern, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern in 2007**

	Bayern	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern
Februar	11 Standorte	8 Standorte	-
März	3 Standorte	7 Standorte	15 Standorte
April	-	-	3 Standorte



**Abb. 1: Modifizierte Berleseapparatur zur Austreibung von Winterlagerproben (W-BP Wanne mit Bodenprobe; RL Rotlichtstrahler)**

## 2.2. Feldproben

Für die Absicherung der Übertragbarkeit der Ergebnisse der Winterlageranalysen auf die Feldsituation wurde die Einwanderung von Rapsglanzkäfern in den Feldbestand mit Gelbschalen erfasst. Hierfür wurden Gelbschalen zur Überwachung der Rapsschaderregern in Hauptwindrichtung vom Winterlager im nächsten Rapsbestand aufgestellt. Um abzusichern, dass durch die Bekämpfung von Rüsselkäfern nicht das Resistenzniveau der Rapsglanzkäfer beeinflusst wird, blieb eine Fläche von je 1/10 ha unbehandelt. Nach Feststellung des Zufluges von Rapsglanzkäfern, wurden mit Hilfe von Klopftrichtern ca. 200 Käfer von den Rapspflanzen entnommen und umgehend in das Labor von BTL überführt. Die Überwachung der Einwanderung in den Feldbestand und die Entnahme lebender Tiere erfolgte von April bis Mai. Durch

Bonitur der Blütenstände im Labor wurde erfasst, ob die Käfer mit der Eiablage in die Knospen begonnen hatten.

### **2.3. Sensitivitätstests**

Die Sensitivität der aus den Winterlagerproben extrahierten bzw. den im Rapsbestand gefangenen Tiere wurde mit der Gläschen-Methode durchgeführt. Hierfür wurden Glasröhrchen einer einheitlichen Größe (Innenfläche: 30,14 cm<sup>2</sup>) mit unterschiedlichen Konzentrationen des in Aceton gelösten technischen Wirkstoffs I-Cyhalothrin (stellvertretend für die anderen 2006 in Deutschland zugelassenen Pyrethroide) beschichtet. Dazu wurden je 1,0 ml einer Aceton-Wirkstoff-Lösung der entsprechenden Konzentration in die Gläser pipettiert und diese auf einem Rollenmischer getrocknet. Die beschichteten Gläser wurden entweder direkt für die Sensitivitätstests verwendet oder aber für eine spätere Nutzung dunkel und kühl (5 °C) im Kühlschrank gelagert.

Die für die Tests verwendeten Konzentrationen orientierten sich an der für den Wirkstoff I-Cyhalothrin zugelassenen Feldaufwandmenge/ha (7,5 g a.s./ha = 100% FAW). Für die Tests wurden bis zu 6 Konzentrationen mit bis zu 4 Wiederholungen verwendet. Die Anzahl der Wiederholungen der Testreihen richteten sich nach der Verfügbarkeit der Testorganismen. Im besten Fall konnten bis zu vier Wiederholungen mit je etwa zehn Tieren je Gläschen für die Tests angesetzt werden. Waren weniger Tiere vorhanden wurden die Anzahl der Wiederholungen und/oder der getesteten Konzentrationen verringert.

Die Tiere wurden 24 h in diesen Gefäßen exponiert, während dieses Zeitraums erfolgten Bonituren nach 1 h, 5 h und 24 h. Alle Tiere die keine koordinierten Bewegungen ausführten wurden als tot registriert. Wenn möglich wurde LC50 und LC90 in einer Probit-Analyse (PoloPlus 1.0) berechnet.

Die Bewertung des Resistenzniveaus der Käfer erfolgte nach HEIMBACH et al. (2006) (Tab. 2). Nach den Erfahrungen aus dem Resistenzmonitoring 2005 (HEIMBACH et al. 2006) ist die Empfindlichkeit der Tiere gegen 20% bzw. 100% FAW besonders gut dazu geeignet, als „discriminating dose“ für Rapsanzkäufer zu fungieren und kann zur Trennung sensibler von resistenten Populationen genutzt werden.

Für die Bestimmung der Sensitivität von Glanzkäfern gegen Insektizide, die zur optimalen Wirkungsentfaltung hauptsächlich einer oralen Aufnahme bedürfen (z.B. Neonicotinoide), wurden Rapsblütenstände in die unterschiedlichen Dosierungen des formulierten Produkts getaucht und nach Trocknung in Acrylgefäße überführt.

**Tab. 2: Kriterien zur Einteilung der Resistenzklassen von Rapsglanzkäfern nach 5h Exposition gegen I-Cyhalothrin (nach HEIMBACH et al., 2006)**

Klasse	Kode	Kriterium für Klasse
sehr sensitiv	ss	Keine Überlebenden ab 20% FAW *
sensitiv	s	bis 30 % Überlebende bei 20% FAW, darüber keine Überlebenden
geringe Resistenz	gr	ab 31 % Überlebende bei 20% FAW, oder bis 10 % Überlebende darüber
Resistenz	r	11 – 50 % Überlebende ab 100% FAW
hohe Resistenz	er	über 50 % Überlebende ab 100% FAW

\* 100% Feldaufwand (FAW) =  $0,075 \mu\text{g I-Cyhalothrin/cm}^2 = 7,5 \text{ g a.s./ha}$

Um eine mehrtägige Versuchsdurchführung zu ermöglichen, müssen die Blütenstände mit Wasser versorgt werden. Deshalb wurden ihre Stängel in wassergefüllte Kunststoffgefäße gesteckt und diese in den Deckeln der Acrylgefäße fixiert (Abb. 2).

Diese Versuchsanordnung gestattete Bonituren bis zu 48h. Um eine sichere Zuordnung der Bewegungsfähigkeit der Tiere und damit ihrer Insektizidresistenz zu ermöglichen, war es erforderlich, durch Schütteln/Klopfen die Käfer aus den Blütenständen zu entfernen.



**Abb. 2: Bestimmung der Empfindlichkeit von Glanzkäfern gegen Insektizide mit Wirkung nach oraler Aufnahme (A Blütenstand im Acrylgefäß, B Blütenstand-Stängel im mit Wasser gefüllten Kunststoffgefäß)**

## **2.4. Artbestimmung**

Bislang fehlen aktuelle Daten über die Nutzung der potentiellen Winterlager durch verschiedene Glanzkäferarten. Zur Artdifferenzierung wurden an den extrahierten Glanzkäfern Analysen relevanter morphometrischer Merkmale mit Untersuchungen der Geschlechtsorgane kombiniert. Zur Untersuchung der Kopulationsorgane war der Hinterleib abzutrennen und in Kalilauge zu kochen, anschließend wurden die chitinösen Teile gespült, auf einem Objektträger eingebettet und unter dem Mikroskop untersucht. Die Bestimmung der Tiere erfolgte nach BŁAŻEJEWSKI (1965), SPORNRAFT (1967), AUDISIO (1993) und KIRK-SPRIGGS (1996). Als Referenzmaterial für die verschiedenen Arten des Genus *Meligethes* dienten Leihgaben aus den Sammlungen des Deutschen Entomologischen Institutes, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V. und des Museums für Naturkunde der Humboldt-Universität Berlin. Für ihr Entgegenkommen und die Unterstützung bei der Sichtung der Sammlungen sei an dieser Stelle Herrn Dr. Zerche (DEI) und Herrn Dr. Uhlig (HUB) ganz herzlich gedankt.

## **2.4. Gewichtsbestimmung**

Um zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen Mortalität und Gewicht besteht, wurden von einer repräsentativen Anzahl Käfern Lebendgewicht und Trockengewicht bestimmt. Hierfür wurden die Tiere einzeln auf einer Mikrowaage gewogen (Feuchtgewicht) und nach einem dreitägigen Zeitraum bei 40°C das Trockengewicht bestimmt.

## **3. Ergebnisse und Diskussion**

### **3.1. Winterlagerproben**

Insgesamt wurden 162 Winterlagerproben aus den verschiedenen Gebieten (Bayern: 64, Brandenburg: 48, Mecklenburg-Vorpommern: 50) untersucht (Tab. 3-5).

Insgesamt konnten 9529 Käfer ausgetrieben werden (Bayern: 561, Brandenburg: 3903, Mecklenburg-Vorpommern: 5065). Die Anzahl der aus den einzelnen Proben ausgetriebenen Tiere gestattete es, die Sensitivität der Käfer gegen Insektizide zu bestimmen.

Die Ergebnisse der Austreibungen zeigen, dass die Rapsglanzkäfer in den Winterlagern nicht homogen verteilt sind sondern geklumpt auftreten (Abb. 3). In direkt nebeneinander gelegenen Winterlagerproben können sich die ausgetriebenen Käfer um mehrere hundert Individuen unterscheiden. Nur durch Entnahme der

Proben in einem Raster lassen sich eine repräsentative Beprobung sicherstellen und Rapsglanzkäfer in ausreichenden Stückzahlen gewinnen.

**Tab. 3: Probenstandorte und ausgetriebene Glanzkäfer in Bayern in 2007**

Standort	Datum	Proben [n]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Käfer/m <sup>2</sup>		
				Σ ges.	Mittel	SD
Leuchtenberg	21.02.	2	0,25	8	4,0	5,7
Reuting-Nerping	21.02.	1	0,5	22	22,0	–
Haiderhöf	21.02.	3	0,5	2	0,7	0,9
Schömersdorf/Teunz	22.02.	1	0,5	8	8,0	–
Söllitz (BYS)	22.02.	1	0,5	2	8,0	–
Irrenlohe	23.02.	1	0,5	0	0	–
Jeding-Wolfring (BYJ)	23.02.	2	0,5	34	17,0	24,0
	12.03.	16	1,0 / 0,25	96	6,0	8,6
Naabsieghofen (BYN)	23.02.	1	0,5	58	58,0	–
	12.03.	16	1,0 / 0,25	106	6,6	12,6
Witzlarn	23.02.	1	0,5	12	12,0	–
Vohenstrauß (BYV)	12.03.	1	0,25	80	80,0	–
Edeldorf	12.03.	1	0,25	0	0	–
Fensterbach (BYF)	12.03.	16	1,0 / 0,25	129	8,1	8,4
Fischbach (BYB)	12.03.	1	0,25	4	4,0	–

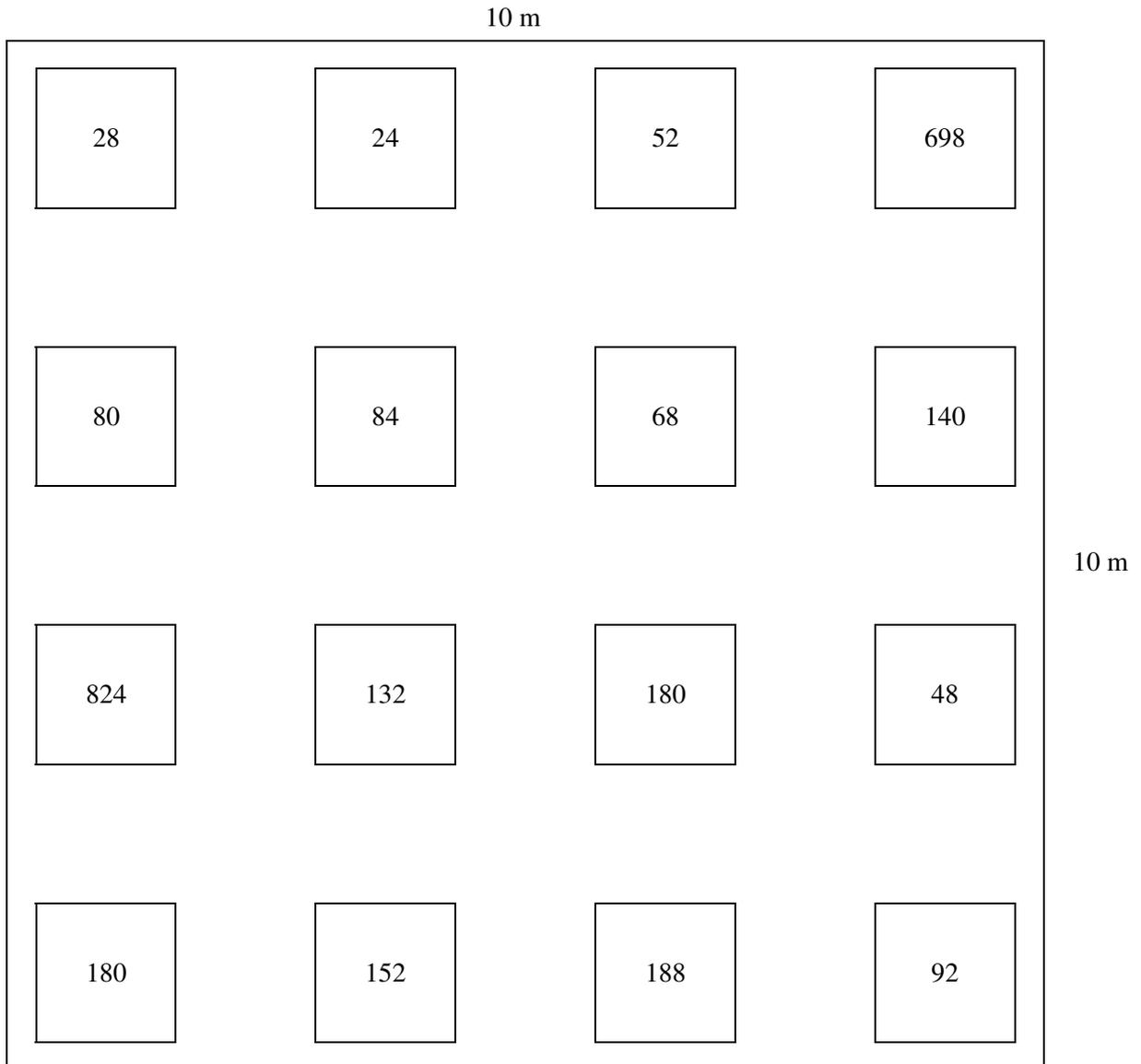
**Tab. 4: Probenstandorte und ausgetriebene Glanzkäfer in Brandenburg in 2007**

Standort	Datum	Proben [n]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Käfer/m <sup>2</sup>		
				Σ ges.	Mittel	SD
Neupetershain (CBN)	23.02.	6	1,0 / 0,5	16	2,7	5,2
	12.03.	1	0,5	6	6,0	–
Lindchen (CBL)	23.02.	1	0,5	32	32,0	–
	12.03.	17	1,0 /	445	26,2	59,
Schorbus (CBS)	23.02.	18	1,0 /	3249	180,5	221
	12.03.	5	1,0	155	31,0	25,

**Tab. 5: Probenstandorte und ausgetriebene Glanzkäfer in Mecklenburg-Vorpommern in 2007.**

Standort	Datum	Proben [n]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Käfer/m <sup>2</sup>		
				Σ ges.	Mittel	SD
Kösterbeck (KO)	09.03.	1	0,5	42	42,0	-
	20.03.	1	0,5	53	53,0	-
	04.04.	1	0,5	2	2,0	-
Fahrenholz (FH)	09.03.	20	1,0 / 0,25	1824	106,2	94,5
	20.03.	1	0,5	84	84,0	-
	04.04.	1	0,5	3	3,0	-
Sagerheide (SH)	09.03.	1	0,5	79	79,0	-
	20.03.	23	1,0 / 0,25	2976	129,4	179,0
	04.04.	1	0,5	2	2,0	-

Der Vergleich der in den verschiedenen Winterlagerproben vorgefundenen Käfer bestätigt ältere Untersuchungen von BÖRNER & BLUNCK (1920), MÜLLER (1941a, b), FRITZSCHE (1957), RENKEN (1956), VIETINGHOFF (1985) und KDIMATI (1990). Danach stellt der Rapsglanzkäfer äußerst differenzierte Anforderungen an das Winterquartier. Feuchtigkeit ohne Vernässung und gute Durchlüftung sind entscheidende Bedingungen für die Annahme eines Standortes als Winterlager. Auf die Notwendigkeit einer ständigen Beschattung wird durch RENKEN (1956) hingewiesen. Winterlager befinden sich daher immer in Böden von Wäldern und Gebüsch, wobei der Bewuchs nicht zu dicht und die Bodendecke nicht verpilzt sein darf. Da der Rapsglanzkäfer sein Winterlager im Spätsommer bezieht und es bis zum folgenden Frühjahr nicht wieder verlässt, müssen auch innerhalb dieser langen Zeit alle geforderten Bedingungen bestehen bleiben, was die speziellen Standortansprüche erklären mag. So können feuchte Wiesen, geschlossene Rasendecken oder Moospolster keine Winterlager bilden, da sie sicherlich das ganze Jahr über feucht, aber nur unzureichend durchlüftet sind. Schwach humose Sande mit großem Porenvolumen sind wiederum gut durchlüftet, neigen jedoch zur Austrocknung und sind ebenfalls ungeeignet. Vernässte und verkrustete Böden kommen überhaupt nicht in Frage.



**Abb. 3: Schematische Darstellung der im Raster entnommenen Winterlagerproben (je  $\frac{1}{4} \text{ m}^2$ ) am Beispiel der Extraktion der Glanzkäfer vom Standort Schorbus. (Probenentnahme erfolgte am 23.02.07; Anzahl der Käfer pro  $\text{m}^2$ )**

Deutlich bevorzugt werden bei allen Standorten geneigte Flächen oder Grabenböschungen, hier werden die o.g. Bedingungen besonders gut erfüllt. Überflüssige Nässe wird nach unten abgeführt und bei Feuchtigkeitsmangel kann aufsteigendes Kapillarwasser den Feuchtigkeitsansprüchen des Rapsglanzkäfers genügen. Die Exposition des Hanges ist beim Aufsuchen der Winterquartiere von Bedeutung, da die Bodentemperatur auf südexponierten Hängen stärkere Fluktuationen zeigt. Hierdurch werden stärkere Fluktuationen im Stoffwechsel der Tiere induziert und die für eine erfolgreiche Überwinterung benötigten Energiereserven zu schnell verbraucht.

Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass bei Erreichen hoher Abundanzen der Käfer, auch an untypischen Standorten mit Winterlagerfunden zu rechnen ist. So sind auch die größeren Rapsglanzkäfer-Zahlen von RENKEN (1956) und BŁAŻEJEWSKA (1961) unter Fichtennadelstreu zu erklären.

### **3.2. Feldproben**

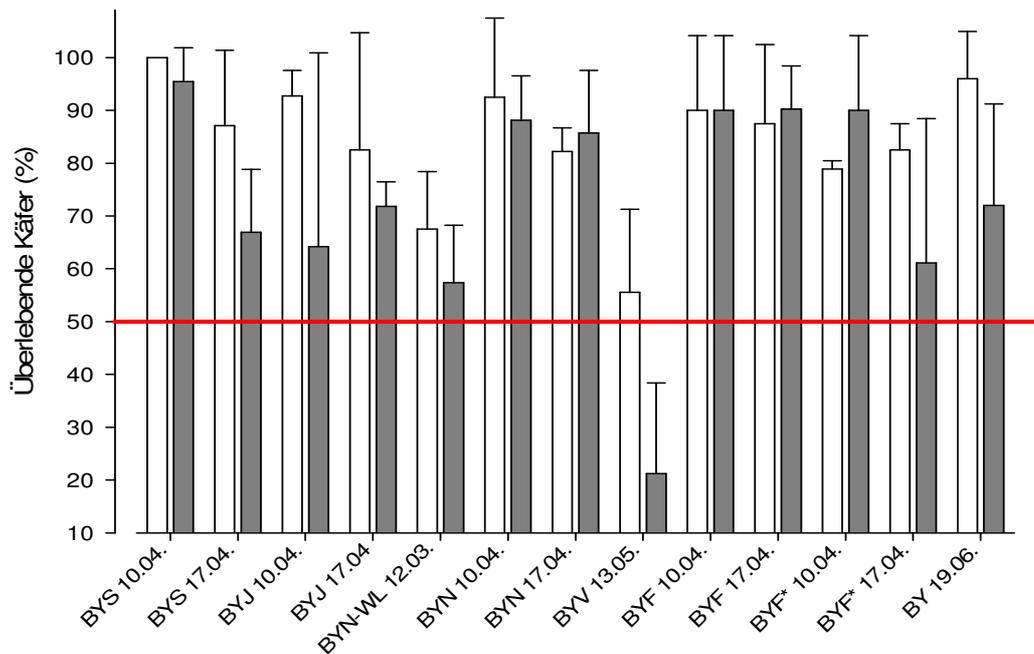
Insgesamt wurden 31 Feldproben gesammelt und analysiert (Bayern: 12, Brandenburg: 6, Mecklenburg-Vorpommern: 13). Die Sammlung der Glanzkäfer außerhalb ihrer Winterlager erfolgte in den Zeiträumen 10.04-19.06.2007 in Bayern, 12.03.-19.04.2007 in Brandenburg und 12.03.-26.06.2007 in Mecklenburg-Vorpommern. In Bayern und Brandenburg wurden die Käfer nur in Rapsbeständen gesammelt, in Mecklenburg-Vorpommern erfolgten zusätzlich noch Aufsammlungen an anderen Pflanzen (*Philadelphus coronarius* und *Tilia cordata*).

Die Anzahl der in den einzelnen Proben enthaltenen Tiere gestattete es, die Sensitivität der Käfer gegen Insektizide zu bestimmen.

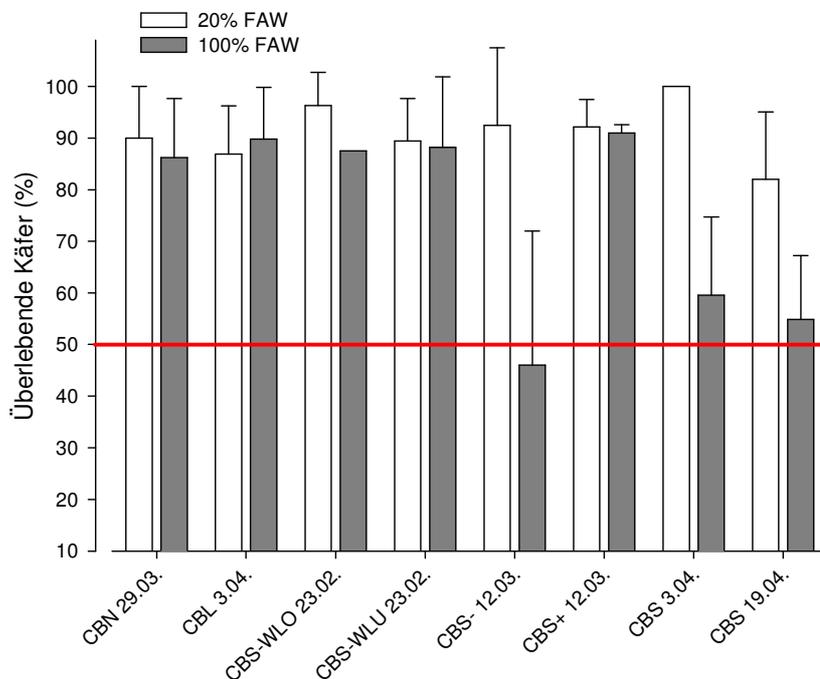
### **3.3. Sensitivitätstests**

Insgesamt wurden mehr als 12.000 Käfer aus 36 Proben in Gläschentests auf Sensitivität gegen Insektizide untersucht.

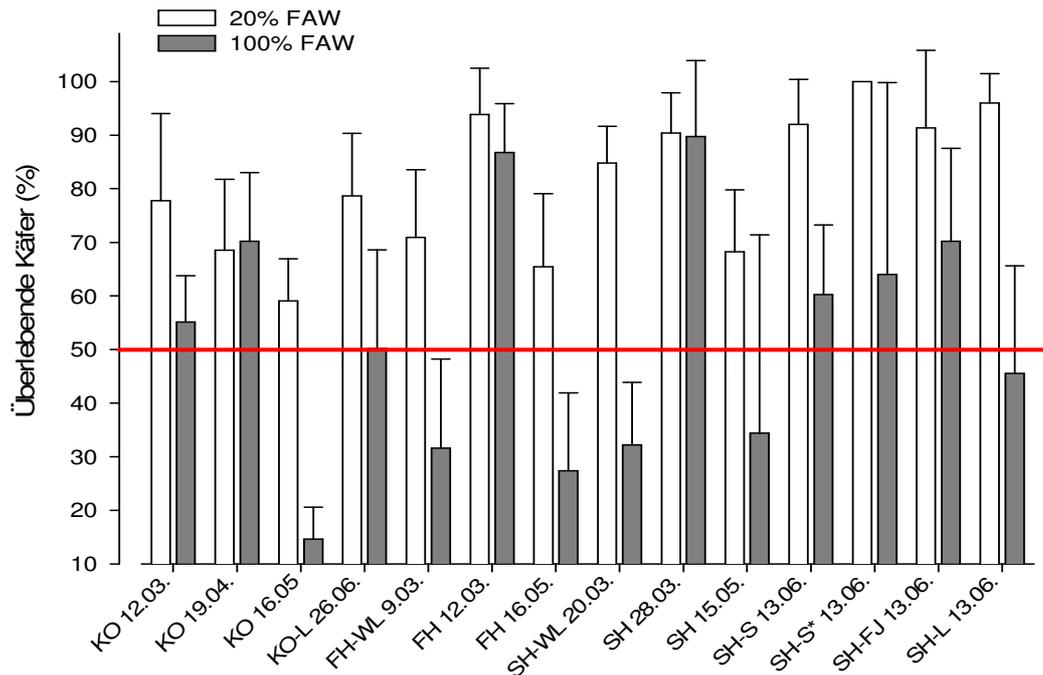
Für die in Abb. 4-6 dargestellten Ergebnisse zeigt sich ein uneinheitliches Bild wenn die von HEIMBACH et al. (2006) vorgeschlagenen diskriminierenden Dosierungen von 20% bzw. 100% FAW nach 5 Stunden Versuchsdauer verwendet werden. Keine der untersuchten Populationen zeigten die für sensitive Proben erwartete Mortalität von 100 % gegenüber I-Cyhalothrin. Von den Tieren aus Bayern sind 92,3% als „hoch resistent“ zu bewerten, der Rest ist „resistent“. Von den Tieren aus Brandenburg gehörten 87,5% in die Klasse „hoch resistent“ und 12,5% in die Klasse „resistent“. In Mecklenburg-Vorpommern waren 57,1% der Tiere „hoch resistent“ und 42,9% „resistent“. In keinem Sammelgebiet wurde eine Population mit „geringer Resistenz“ oder gar der Klasse „sensitiv“ gefunden.



**Abb. 4: Mittelwert ( $\pm$  SD) der überlebenden Glanzkäfern (%) aus Bayern nach 5h Exposition gegen 20% bzw 100% FAW I-Cyhalothrin im Gläschentest (Legende siehe Tab. 3; WL Winterlager, BYF\* und BY Felder in der Nähe zu BYF; rote Linie Grenzwert für die Resistenzklasse „hohe Resistenz“, vergl. Tab.2 )**



**Abb. 5: Mittelwert ( $\pm$  SD) der überlebenden Glanzkäfern (%) aus Brandenburg nach 5h Exposition gegen 20% bzw 100% FAW I-Cyhalothrin im Gläschentest (Legende siehe Tab. 4; WL Winterlager, O oberer, U unterer Hangbereich; - unbehandelter, + behandelter Feldteil; rote Linie Grenzwert für die Resistenzklasse „hohe Resistenz“, vergl. Tab.2)**



**Abb. 6: Mittelwert ( $\pm$  SD) der überlebenden Glanzkäfern (%) aus Mecklenburg-Vorpommern nach 5h Exposition gegen 20% bzw 100% FAW I-Cyhalothrin im Gläschentest (Legende siehe Tab. 5; WL Winterlager; FJ *Philadelphus coronarius*, L *Tilia cordata*, S Sommerraps; SH-S\* Feld in der Nähe von SH-S; rote Linie Grenzwert für die Resistenzklasse „hohe Resistenz“, vergl. Tab.2)**

Die ermittelten LC50 Werte für die Populationen, für die ein Dosis-Wirkungsbeziehung ermittelt wurde, unterscheiden sich je nach Sensitivität der Proben erheblich (Tab. 6-8). Die Populationen aus den Winterlagern in Mecklenburg-Vorpommern (FH und SH) zeigten die höchste Mortalität (Tab. 6). Sie unterscheiden sich deutlich von den Populationen aus Bayern (BYN) und Brandenburg (CBS). Die zugehörigen LC50 Werte schwanken zwischen 50,87% FAW für die Probe FH und 559,99% FAW für resistenteste Probe CBS°. Der geringste LC90 Wert ließ sich für die Probe FH mit 326,39% FAW errechnen. Den höchsten LC90 Wert erreichte die Probe CBS° mit 5072,40% FAW, also etwa 12,5-mal höher. Für die Winterlagerprobe BYN aus Bayern konnte keine Dosis-Wirkungsbeziehung ermittelt werden. Bei diesen Tieren induzierte eine Dosierung von 500% FAW eine Mortalität unter 90%.

Für den Zeitraum nach Einwanderung in die Rapsbestände, aber vor Beginn der Eiablage, schwanken die LC50 und LC90 Werte für die Käfer der einzelnen Proben stark (Tab. 7). So liegt bei der Probe CBS<sup>b</sup> der LC50 Wert mehr als 20-fach über dem LC50 Wert der Probe CBS<sup>u</sup>. Beide Proben wurden am 12.03.07 einem Rapsfeld

entnommen. Während jedoch die Tiere der Probe CBS<sup>u</sup> aus einem unbehandelten Teil des Feldes stammen, waren die Tiere der Probe CBS<sup>b</sup> einer Insektizidapplikation ausgesetzt. Für die anderen Proben aus Brandenburg wurden LC50 Werte berechnet, die sich in ihren Vertrauensbereichen überlagern, sich also nicht unterscheiden. Für die Proben aus Mecklenburg-Vorpommern konnten LC50 Werte mit geringerer Variabilität berechnet werden. Dennoch sind alle im März und April gesammelten Proben als resistent zu bewerten und entsprechen somit dem in den Winterlagern gefundenen Resistenzniveau.

Auch nach Beginn der Eiablage schwanken die LC50 und LC90 Werte für die einzelnen im Rapsbestand bzw. an anderen Pflanzen entnommenen Proben stark (Tab. 8). Die Variabilität der Werte ist aber geringer als die für die vor Beginn der Eiablage gesammelten Tiere. Die geringsten LC50 Werte konnten für die Mitte Mai gesammelten Proben berechnet werden. Dies trifft zu für die Sammlungsgebiete Bayern (BYN, 13.05.) und Mecklenburg-Vorpommern (KO, 16.05., FH, 16.05., SH, 15.05.). Aus Brandenburg standen keine Proben aus dem Mai zur Verfügung. Worauf die Zunahme in der Sensibilität der Käfer gegen I-Cyhalothrin im Mai zurückzuführen ist lässt sich z.Z. nicht erklären. Nach den durchgeführten Artdiagnosen kann ausgeschlossen werden, dass eine/mehrere andere Glanzkäferarten gefangen wurden die noch keine Resistenz gegen Pyrethroide entwickelt haben. Unwahrscheinlich ist das Eintreten frisch geschlüpfter, sensitiver Jungkäfer in die Populationen. Unbekannt ist aber auch, ob eine veränderte Geschlechterverteilung die höhere Sensitivität im Mai induziert, oder ob in dieser Zeit die Mehrzahl der Käfer einer Population aus älteren, geschwächten und somit mehr sensitiven Käfern gebildet wird.

Die Zuordnung der Käfer zu einer Resistenzklasse kann sehr stark durch den Zeitpunkt ihrer Aufsammlung im Feld beeinflusst werden. Ihre hohe Mobilität ermöglicht sehr schnell Durchmischungen mit Tieren aus anderen Gebieten. Hierdurch wird es erschwert, einen Zusammenhang zwischen Applikation eines Insektizides und dem Resistenzniveau der Tiere herzustellen. Dies wurde in einem Versuch auf einer 10ha großen, mit einem Pyrethroid behandelten Rapsfläche deutlich. Die Applikation erfolgte am Abend. Die Anzahl der Tiere auf den Pflanzen und ihrer Sensitivität gegen I-Cyhalothrin wurden unmittelbar vor, am Morgen nach und bis zum zehnten Tag nach dieser Applikation bestimmt (Abb. 7). Durch Einwanderung von Käfern aus anderen Gebieten war bereits nach zwei Tagen das direkt nach Applikation bestimmte Resistenzniveau stark verändert.

**Tab. 6: LC50 und LC90 (95% Vertrauensbereich) in % Feldaufwandmenge I-Cyhalothrin für die Rapsglanzkäfer aus Winterlagern in Bayern (BYN Naabsiegenhofen), Brandenburg (CBS Schorbus) und Mecklenburg-Vorpommern (FH Fahrenholz, SH Sagerheide). (° oberer Hangbereich, <sup>u</sup> unterer Hangbereich; - keine Dosis-Wirkungsbeziehung; a 500% Feldaufwandmenge induziert Mortalität <90%) (vgl. Abb. A5-A9)**

Herkunft		LC50	LC90
BYN (12.03.)	5h	-	a
	24h	-	a
CBS <sup>°</sup> (23.02.)	5h	559,99 (262,64 - 4186,24)	5072,40 <sup>a</sup> (1260,00 - 564540,00)
	24h	- <sup>1</sup>	
CBS <sup>u</sup> (23.02.)	5h	341,80 (168,85 - 1232,98)	4105,70 (1163,90 - 98059,00)
	24h	71,17 (45,09 - 117,17)	375,04 <sup>a</sup> (205,40 - 1059,47)
FH (09.03.)	5h	50,87 (31,27 - 76,81)	326,39 (195,19 - 751,834)
	24h	96,56 (32,29 - 176,89)	463,72 (238,05 - 3700,87)
SH (20.03.)	5h	82,56 (45,86 - 155,14)	834,44 (370,47 - 3757,50)
	24h	51,89 (16,19 - 133,57)	458,69 (168,57 - 6013,43)

<sup>1</sup> 62,5% Mortalität bei 100% FAW

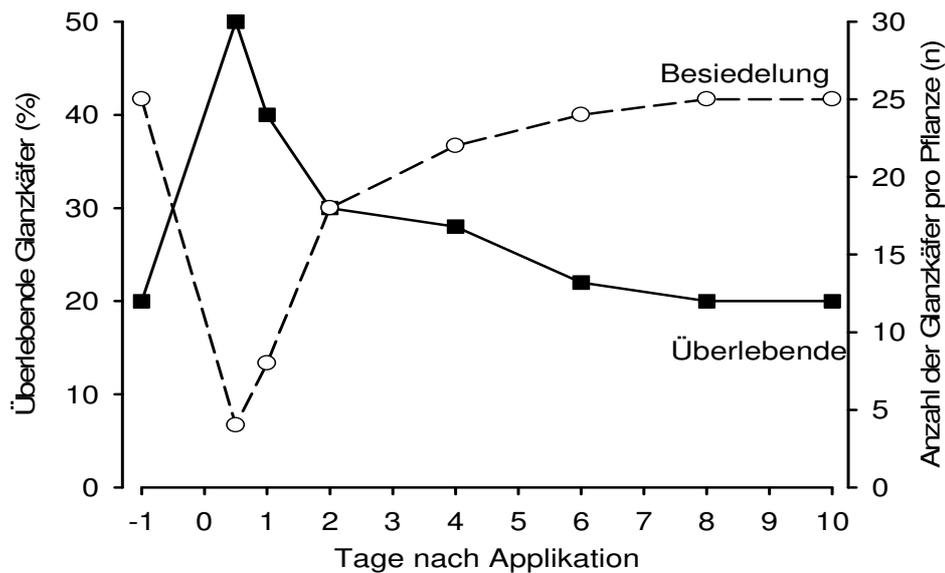
**Tab. 7: LC50 und LC90 (95% Vertrauensbereich) in % Feldaufwandmenge I-Cyhalothrin für die Rapsglanzkäfer nach Einwanderung in den Winterapsbestand in Brandenburg (CBS Schorbus, CBN Neupetershain, CBL Lindchen) und Mecklenburg-Vorpommern (KO Kösterbeck, FH Fahrenholz, SH Sagerheide). (<sup>u</sup> vor Insektizidapplikation, <sup>b</sup> nach Insektizidapplikation; - keine Dosis-Wirkungsbeziehung; a 500% FAW induziert Mortalität <90%) (vgl. Abb. A10-A17)**

Herkunft		LC50	LC90
CBS <sup>u</sup> (12.03.)	5h	125,12 (62,48 - 314,52)	1632,20 <sup>a</sup> (546,72 - 19509,00)
	24h	41,76 (21,24 - 85,43)	223,15 (104,06 - 1136,26)
CBS <sup>b</sup> (12.03.)	5h	2554,10 (660,24 - 279360,00)	99115,00 <sup>a</sup> (7309,90 - 1964800000,00)
	24h	476,67 (195,58 - 5238,69)	6263,10 <sup>a</sup> (1232,00 - 2190700,00)
CBN <sup>b</sup> (29.03.)	5h	3329,90 (937,56 - 296200,00)	160350,00 <sup>a</sup> (11754,00 - 4125500000,00)
	24h	112,02 (94,00 - 127,52)	192,20 (163,88 - 258,31)
CBL <sup>b</sup> (03.04.)	5h	-	a
	24h	244,82 (102,40 - 2586,20)	6808,90 <sup>a</sup> (1021,00 - 2334500,00)
CBS <sup>b</sup> (03.04.)	5h	-	a
	24h	-	a
KO (12.03.)	5h	80,78 (49,46 - 115,88)	436,41 (279,24 - 950,34)
	24h	31,58 (15,92 - 48,62)	104,27 (67,22 - 220,21)
FH (12.03.)	5h	358,92 (221,68 - 909,74)	2087,30 <sup>a</sup> (851,55 - 55795,00)
	24h	234,82 (168,52 - 339,18)	858,48 <sup>a</sup> (525,83 - 2557,34)
SH (28.03.)	5h	269,99 (117,94 - 1776,24)	10318,00 <sup>a</sup> (1634,70 - 4579000,00)
	24h	92,14 (56,60 - 158,40)	966,32 (440,42 - 4460,20)

**Tab. 8: LC50 und LC90 (95% Vertrauensbereich) in % Feldaufwandmenge I-Cyhalothrin und \* Reldan für die Rapsglanzkäfer aus Bayern (BYS Söllitz; BYJ Jeding; BYN Naabsiegenhofen; BYV Vohenstrauß; BYF, BYF<sup>c</sup> Felder bei Fensterbach; BY<sup>d</sup> südl. BYB), Brandenburg (CBS Schorbus) und Mecklenburg-Vorpommern (KO Kösterbeck; FH Fahrenholz; SH Sagerheide). (WR Winterraps; SR Sommerraps, FJ *Philadelphus coronarius*, L *Tilia cordata*; nd nicht definiert; - keine Dosis-Wirkungsbeziehung; a 100% FAW induziert Mortalität <90%, b 20% FAW induziert Mortalität 100%) (vgl. Abb. A18-A38)**

Herkunft			LC50	LC90
BYS (10.04.)	WR	5h	625,15 (363,71 - 1399,77)	3214,70 <sup>a</sup> (1427,40 - 17628,00)
(17.04.)		5h	639,98 (196,33 - 27376,00)	nd <sup>a</sup>
BYJ (10.04.)	WR	5h	- <sup>1</sup>	
		24h	77,51 (55,31 - 114,58)	520,45 (288,35 - 1486,91)
(17.04.)		5h	210,82 (107,97 - 703,88)	4844,00 <sup>a</sup> (1189,70 - 143360,00)
BYN (10.04.)	WR	5h	-	a
		24h	127,78 (90,02 - 191,25)	583,95 <sup>a</sup> (325,91 - 2568,24)
(17.04.)		5h	- <sup>2</sup>	
BYV (13.05.)	WR	5h	15,76 (3,88 - 33,24)	268,60 (109,56 - 2463,10)
BYF (10.04.)	WR	5h	302,66 (132,15 - 5480,50)	2680,70 <sup>a</sup> (578,45 - 2255000,00)
		24h	146,38 (65,55 - 715,28)	4733,00 <sup>a</sup> (888,52 - 303140,00)
(17.04.)		5h	273,41 (167,38 - 536,12)	1709,60 (792,61 - 6917,20)
BYF <sup>c</sup> (10.04.)	WR	5h	- <sup>3</sup>	
(17.04.)		5h	-	a
		24h	- <sup>4</sup>	
BY <sup>d</sup> (19.06.)	SR	5h	241,61 (175,10 - 340,80)	1059,41 (680,61 - 2079,55)
		24h	134,15 (86,184 - 218,29)	1014,82 (533,24 - 2931,52)
CBS (19.04.)	WR	5h	112,68 (80,79 - 164,87)	1332,65 (705,23 - 3630,93)
		24h	44,66 (29,68 - 65,26)	430,89 (245,36 - 1066,52)
KO (19.04.)	WR	5h	47,22 (22,44 - 88,12)	470,41 (205,30 - 3331,50)
		24h	31,68 (16,42 - 52,33)	268,44 (141,48 - 906,39)
KO (16.05.)	WR	5h	28,26 (21,37 - 36,75)	167,37 (118,50 - 264,27)
		24h	14,18 (7,17 - 23,38)	184,43 (111,51 - 367,19)
KO (26.06.)	LI	5h	74,96 (60,35 - 91,91)	264,12 (200,39 - 390,03)
		24h	62,13 (48,43 - 77,68)	216,02 (161,61 - 330,06)
FH (16.05.)	WR	5h	24,50 (15,82 - 36,64)	309,57 (177,07 - 697,93)
		24h	8,27 (4,55 - 13,09)	113,68 (67,87 - 235,99)
SH (15.05.)	WR	5h	45,12 (30,49 - 62,58)	233,98 (154,453 - 450,52)
		24h	23,90 (14,36 - 34,63)	166,00 (112,984 - 286,19)
SH (13.06.)	SR	5h	220,15 (152,28 - 349,29)	1344,30 (707,86 - 4637,20)
		24h	117,13 (83,00 - 177,61)	1002,79 (536,63 - 2739,72)
SH (13.06.)*	SR	5h	-	b
		24h	-	b
SH (13.06.)	FJ	5h	166,63 (108,71 - 303,46)	1646,80 (721,28 - 7671,80)
		24h	48,81 (34,44 - 69,18)	301,53 (183,44 - 670,82)
SH (26.06.)	LI	5h	112,45 (84,46 - 146,78)	416,09 (292,34 - 725,69)
		24h	52,16 (33,87 - 72,24)	163,88 (113,74 - 305,46)

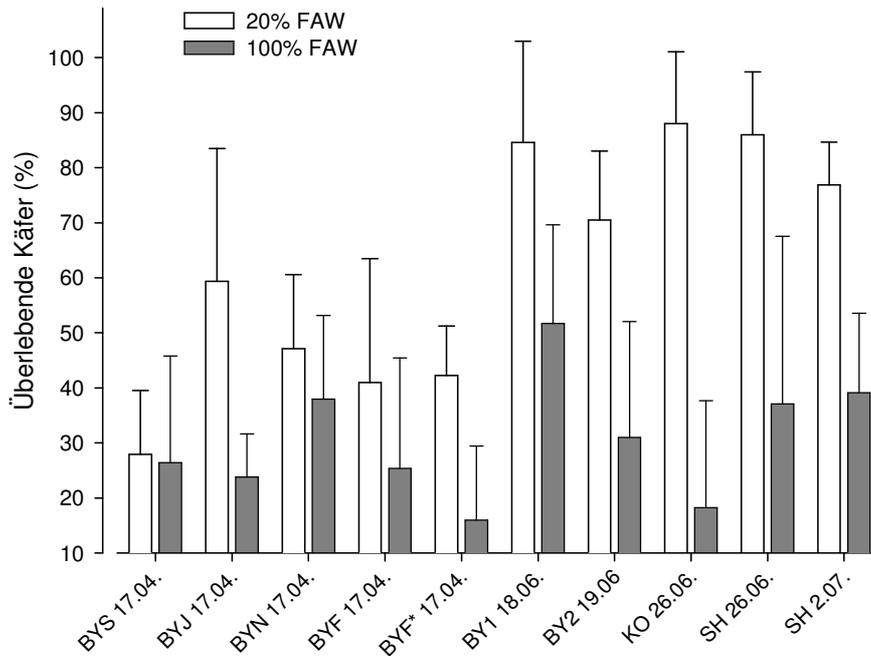
<sup>1</sup> 26,0%, <sup>2</sup> 14,3%, <sup>3</sup> 20,0%, <sup>4</sup> 59,4% Mortalität bei 100% FAW



**Abb. 7: Besiedelung der Rapspflanzen durch Glanzkäfer und deren Überleben nach 5 h Exposition gegen 100% FAW I-Cyhalothrin (Bonituren von je 20 Pflanzen und Probenentnahmen erfolgten im April 2007 auf einem 10 ha Schlag bei Thulendorf, M-V)**

Zur Reduktion der Resistenz bei Rapsglanzkäfern gegen Pyrethroide wird der Verzicht auf Produkte mit dieser Wirkstoffklasse und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit anderen „Mode of Actions“ (z.B. Neonicotinoide) empfohlen (HEIMBACH et al., 2006). Da auch diese Produkte in der Zielgruppe auf Resistenz selektieren, wurde in Biotests mit einem speziellen Versuchsdesign (Blütentest) die Sensitivität verschiedener Populationen gegen *Biscaya* getestet. In keiner der untersuchten Populationen wurde nach 24h die für sensitive Proben erwartete Mortalität von 100 % gegenüber *Biscaya* gefunden (Abb. 8). Der überwiegende Teil der Proben reagierte mit einer verminderten Mortalität. Dabei unterscheiden sich die Niveaus der Sensitivitäten der verschiedenen Proben erheblich.

Die ermittelten LC50 Werte für die Populationen, für die eine Dosis-Wirkungsbeziehung berechnet werden konnte, unterscheiden sich z.T. deutlich (Tab. 9). Die empfindlichste Population stammt aus Bayern (BYF<sup>c</sup> vom 17.04.), alle anderen Populationen lassen sich nicht unterscheiden. Die zugehörigen LC50 Werte schwanken zwischen 16,29% FAW für die sensitivste Probe und 104,48% FAW für die am wenigsten sensitive Probe BY<sup>d</sup> vom 18.06., um einen Faktor über 6. Der geringste LC90 Wert ließ sich für die Probe BYF<sup>c</sup> mit 187,65% FAW errechnen. Den höchsten LC90 Wert erreichte die Probe BY<sup>d</sup> mit 2109,70% FAW, also etwa 11-mal höher.



**Abb 8: Mittelwert (± SD) der überlebenden Glanzkäfer (%) aus Bayern und Mecklenburg-Vorpommern nach 24h Exposition gegen 20% bzw 100% FAW Biscaya**

**Tab. 9: LC50 und LC90 (95% Vertrauensbereich) in % Feldaufwandmenge Biscaya für Rapsglanzkäfer aus Bayern (BYS Söllitz; BYJ Jeding; BYN Naabsieghofen; BYF, BYF<sup>c</sup> Felder bei Fensterbach; BY<sup>d</sup> südl. BYB, BY<sup>e</sup> südl. BYB) und Mecklenburg-Vorpommern (KO Kösterbeck; SH Sagerheide). (Legende siehe Tab. 8) (vgl. Abb. A39-A48)**

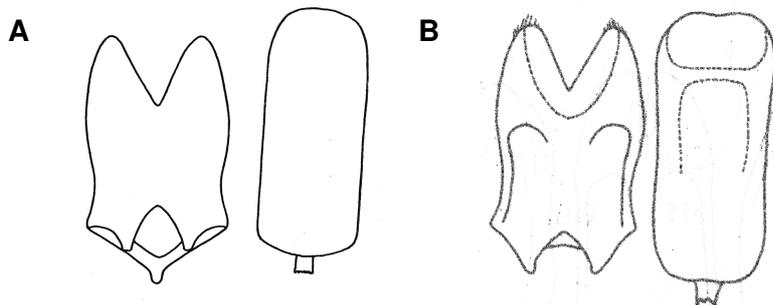
Herkunft			LC50	LC90
BYS (17.04.)	WR	5h	- <sup>1</sup>	
		24h	- <sup>2</sup>	
BYJ (17.04.)	WR	5h		a
		24h		a
BYN (17.04.)	WR	5h		a
		24h		a
BYF (17.04.)	WR	5h		a
		24h		a
BYF <sup>c</sup> (17.04.)	WR	5h		a
		24h	16,29 (1,99 - 29,45)	187,65 (87,91 - 5062,57)
BY <sup>d</sup> (18.06.)	WR	5h	57,28 (29,46 - 198,98)	4409,10 <sup>a</sup> (745,92 - 390250,00)
		24h	104,48 (48,36 - 674,61)	2109,70 <sup>a</sup> (413,47 - 307300,00)
BY <sup>e</sup> (19.06.)	SR	5h	57,54 (37,13 - 111,18)	521,44 <sup>a</sup> (220,05 - 3004,30)
		24h	37,76 (25,68 - 58,31)	315,75 (163,20 - 1046,19)
KO (26.06.)	WR	5h	211,13 (84,79 - 2175,90)	6264,30 <sup>a</sup> (914,66 - 1637300,00)
		24h	58,11 (34,97 - 132,88)	399,80 (162,82 - 3253,30)
SH (26.06.)	WR	5h	130,54 (61,12 - 869,51)	2050,60 <sup>a</sup> (431,09 - 225530,00)
		24h	- <sup>3</sup>	
SH (02.07.)	SR	5h	90,23 (38,71 - 488,13)	2660,70 <sup>a</sup> (490,46 - 6430500,00)
		24h	- <sup>4</sup>	

<sup>1</sup> 79,5%, <sup>2</sup> 73,6%, <sup>3</sup> 62,9%, <sup>4</sup> 60,9% Mortalität bei 100% FAW

### 3.4. Artbestimmung

In Untersuchungen aus der Schweiz konnte gezeigt werden, dass nur *Meligethes aeneus* Insektizidresistenz entwickelt hat. In Rapsanbaugebieten mit Dominanz von anderen Glanzkäfern wurde hingegen keine Resistenz gegen Insektizide gefunden (DERRON et al., 2004). Die von diesen Autoren genutzte Bestimmungsliteratur baut aber ausschließlich auf Nutzung äußerer morphometrischer Merkmale auf und gestattet somit nur die Determination einiger weniger Glanzkäferarten. Deshalb wurden in der vorliegenden Studie zunächst zur Artdifferenzierung relevante morphometrische Merkmale der Käfer unter dem Binokular vermessen und mit Untersuchungen der Kopulationsorgane kombiniert.

Bei der Verwendung der Kopulationsorgane für die Artdiagnose ist zu beachten, dass es in der Literatur widersprüchliche Darstellungen gibt. Während nach SPORNRAFT (1967) die kaudalen Lappen der Parameren von *M. coracinus* keine Borsten tragen, besitzen sie nach KIRK-SPRIGGS (1996) und anderen Autoren gut entwickelte Setae (Abb. 4). Da der Rapsglanzkäfer ebenfalls Borsten tragende Parameren hat, ist bei Verwendung der Merkmale von SPORNRAFT (1967) eine Trennung zwischen *M. coracinus* und *M. aeneus* nicht möglich (Abb. 5).



**Abb. 4:** Schematische Darstellung der Kopulationsorgane von *Meligethes coracinus*, A nach Spornraft (1967), B nach Kirk-Spriggs (1996)



**Abb. 5:** Kopulationsorgane (Parameren) von A *M. aeneus* und B *M. coracinus*

Für die untersuchten Glanzkäfer aus den Winterlagern der drei Sammlungsgebiete in 2007 ist festzustellen, dass der Rapsglanzkäfer, *M. aeneus*, mit mindestens 98,5% in allen Proben dominiert. Vereinzelt traten Exemplare von *M. viridescens* oder *M. coracinus* in den Proben auf. Die Vermischung der Proben mit anderen Arten kann zumindest für den untersuchten Zeitraum vernachlässigt werden.

### 3.4. Gewichtsbestimmung

Für die Proben aus Winterlagern in Bayern, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern bzw. Winterraps aus Brandenburg wurde das Trockengewicht der Glanzkäfer bestimmt. Es wäre wünschenswert, die Entwicklung des Trockengewichts der Käfer über einen Zeitraum beginnend mit dem Aufsuchen bis zum Verlassen der Winterlager zu analysieren, dies war aber wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich.

Während die schwersten Käfer aus Mecklenburg-Vorpommern stammen, unterscheiden sich die Winterlager-Tiere aus Bayern (BYN) und Brandenburg (Mittelwert für CBL, CBS<sup>o</sup> und CBS<sup>u</sup>) in ihren Trockengewichten nicht (Tab. 10). Auffällig ist die Variabilität der Trockengewichte für die Käfer von einem Hang am Standort CBS. Es ist unbekannt, ob das höhere Trockengewicht der Käfer aus dem oberen Hangbereich auf das Vorhandensein größerer Tiere zurückzuführen ist. Möglich wäre auch, dass in der Spreuschicht des unteren Hangbereichs mikroklimatische Bedingungen herrschten, die bei den überwinterten Tieren einen höheren Energieverbrauch und somit Gewichtsreduktion induzierten.

**Tab. 10: Mittleres Trockengewicht ( $\pm$  SD) der Rapsglanzkäfer aus Winterlagern bzw (\*) Winterraps von Bayern (BYN Naabsieghofen), Brandenburg (CBL Lindchen; CBS Schorbus, <sup>o</sup> oberer Teil des Hangs, <sup>u</sup> unterer Teil des Hangs) und Mecklenburg-Vorpommern (FH Fahrenholz). (Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden, Kruskal-Wallis-Test,  $p < 0,05$ )**

Herkunft		N	Trockengewicht (mg)	
BYN	23.02.07	26	0,430 ( $\pm$ 0,084)	ae
CBL	23.02.07	16	0,417 ( $\pm$ 0,069)	ad
CBS <sup>o</sup>	23.02.07	96	0,480 ( $\pm$ 0,090)	b
CBS <sup>u</sup>	23.02.07	188	0,399 ( $\pm$ 0,065)	cde
CBS*	12.03.07	200	0,422 ( $\pm$ 0,074)	a
FH	09.03.07	187	0,520 ( $\pm$ 0,097)	f

Auf die Größenbestimmung der Käfer wurde aus methodischen Gründen verzichtet. Biometrische Daten über den Rapsglanzkäfer liegen in der Literatur nicht vor. Eine einfache Längenvermessung ergibt unbrauchbare Werte, da einige Tiere dazu neigen, ihren Körper stark zu kontrahieren, andere wiederum ihren Körper strecken. Von Einfluss auf die Körperlänge ist auch der unterschiedliche Füllungsgrad des Abdomens (durch Nahrung oder Reifung der Geschlechtsorgane). In weiterführenden Untersuchungen sollte abgeklärt werden, ob die Vermessung von einzelnen Körperanhängen (z.B. Halsschildlänge, -breite oder Flügeldeckenlänge, -breite) geeignet ist, die Größe der Tiere zu charakterisieren.

Auf die Darstellung des Fettgehalts wurde wegen der hohen Variabilität der Werte verzichtet. Es ist anzunehmen, dass die Verteilung der Geschlechter, die Größenverteilung und das Alter der Tiere den Fettgehalt beeinflussen HOKKANEN (1993). Das in der Studie gewonnene Tiermaterial liegt aber konserviert vor und wird nach Erarbeitung der fehlenden Informationen eine Auswertung der Fettgehaltswerte ermöglichen.

#### **4. Zusammenfassung**

Im Rahmen des Monitoring 2007 konnten 162 Winterlagerproben aus Bayern, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern untersucht werden. Die Ergebnisse der Austreibung von Käfern ergaben, dass die Tiere für ihre Überwinterung luftige und feuchte Laubstreu, auf N-exponierten Hanglagen bevorzugen.

Die Glanzkäfer sind in den Winterlagern in einer geklumpten Verteilung anzutreffen. Für eine repräsentative Beprobung muss daher eine größere Anzahl von Proben in einem Raster entnommen werden. Für weiterführende Untersuchungen können dadurch Glanzkäfer in ausreichender Anzahl gewonnen werden.

In den verschiedenen Winterlagerproben aus Bayern, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern wurden insgesamt 9529 Glanzkäfer gefunden, es dominierte der Rapsglanzkäfer, *M. aeneus*. Nur vereinzelt wurden Vertreter anderer Arten, *M. viridescens* und *M. coracinus*, nachgewiesen.

Die zum Ende des Winterlagers untersuchten Käfer sind nach den Ergebnissen der Biotests (Gläschen-Tests auf Sensitivität gegenüber dem pyrethroiden Wirkstoff I-Cyhalothrin) in der Mehrzahl der Resistenzklasse „hoch resistent“ zuzuordnen. In wenigen Proben befanden sich Tiere der Resistenzklasse „resistent“. Tiere der Resistenzklassen „schwach resistent“ oder „sensitiv“ wurden nirgendwo gefunden. Das Resistenzniveau der Tiere aus dem Winterlager ist nach den Sensitivitätsuntersuchungen der in die Rapsfelder eingewanderten Glanzkäfer auf die Situation im Rapsbestand übertragbar. Bei der Analyse des Resistenzniveaus der

Käfer im Rapsbestand ist die hohe Mobilität der Tiere zu berücksichtigen. Diese kann schnell zu Durchmischungen der Rapsglanzkäfer eines größeren Gebietes führen, woraus eine Verschiebung des Resistenzniveaus resultieren kann.

## Danksagung

Die Bearbeitung Proben wäre nicht ohne Hilfe durch die im Feld Tätigen möglich gewesen: Herr Zellner, Herr Rupprecht, Herr Schröder, Frau Scheibe und Herr Schemel. Im Labor leisteten wertvolle Hilfe: Ines Rogotzki, Rosemarie Bull, Christoph Buuk und Uwe Drbal.

Die UFOP hat dankenswerterweise die Untersuchungen gefördert (Projekt-Nr. 521/071).

## 5. Literatur

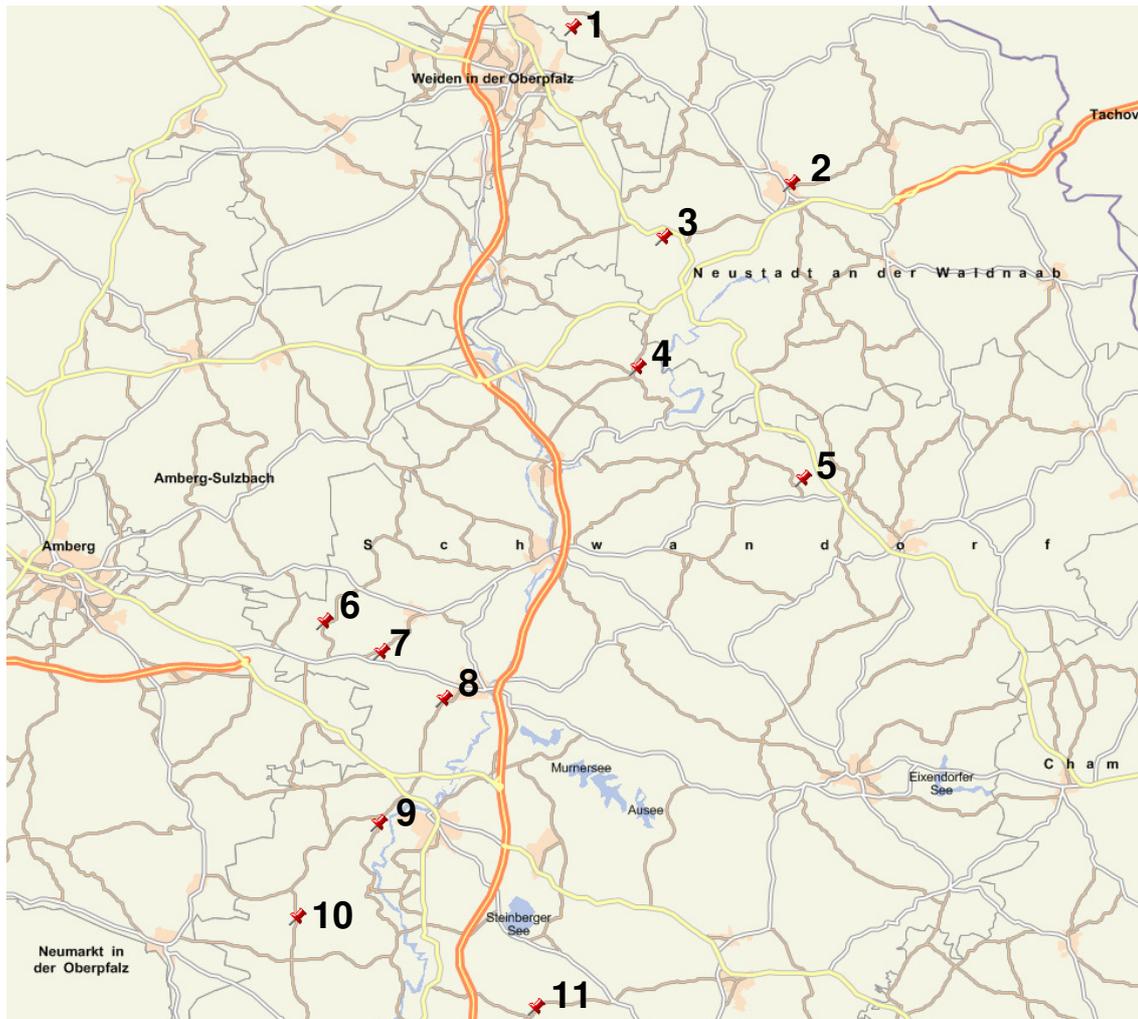
- AUDISIO, P., 1993: Coleoptera: Nitidulidae-Kateretidae. In: Fauna d'Italia, Edizioni Calderini Bologna, **22**, 971 S.
- BALLANGER Y., D. DÉTOURNÉ, R. DELORME, X. PINOCHET, 2003: Difficulties to control pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) in France revealed by unusual high level infestations in winter rape fields - Proceedings GCIRC, 11th Internat. Rapeseed Congress, Copenhaguen, 6-10 July 2003, **3**, 1048-1050.
- BALLANGER Y., D. DÉTOURNÉ, R. DELORME, X. PINOCHET, 2007: France, difficulties to manage insect pests of winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera*): resistances to insecticides, Proceedings GCIRC, 12th Internat. Rapeseed Congress, Wuhan, 26-30 March 2007, **4**, 276-279.
- BŁAŻEJEWSKA, A., 1961: Neue Beobachtungen über Überwinterungsformen des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.) und einiger anderer Arten von *Meligethes* Steph. Polski Pismo Entomologiczne, Ser. B, **5** (1/2), 5-11.
- BŁAŻEJEWSKI, F., 1965: Vergleichend-morphologische Untersuchungen der Aedeagi der mitteleuropäischen Meligethini (Col., Nitidulidae). Polski Pismo Entomologiczne **35** (8), 267-390.
- BÖRNER, C. & H. BLUNCK (1920): Zur Lebensgeschichte des Rapsglanzkäfers. Mitt. Biol. Zentr. Anst., Berlin **18**, 91-109.
- BURGHAUSE, F., E. JÖRG, 2005: Bald keine Wirkung mehr? DLG Mitteilungen Heft 4, 40-44.
- DERRON, J.O., E. LE CLECH, N. BEZENÇON, G. GOY, 2004: Résistance des méligèthes du colza aux pyrèthrinoïdes dans les bassin lémanique. Revue Suisse Agriculture **36**, 237-242.
- FRITZSCHE, R., 1957: Zur Biologie und Ökologie der Rapsschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. Z. angew. Ent. **40**, 222-280.

- HANSEN, L.M., 2003: Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L) fields. *Pesticide Management Science* **59**, 1057-1059.
- HEIMBACH, U., 2005: „Ausschuss für Resistenzfragen- Insektizide und Akarizide“, Bericht über das erste Treffen im Februar 2005 in der BBA in Braunschweig. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **57**, 172-173.
- HEIMBACH, U., A. MÜLLER, T. THIEME, 2006: First steps to analyse pyrethroid resistance of different oil seed rape pests in Germany. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **58**, 1-5.
- HEIMBACH, U., A. MÜLLER, T. THIEME, 2007a: Pyrethroid resistance in pest insects of oil seed rape in Germany. *Proceedings GCIRC, 12th Internat. Rapeseed Congress, Wuhan, 26-30 March 2007*, 246-249.
- HEIMBACH, U., A. MÜLLER, T. THIEME, 2007b: Resistenz beim Rapsglanzkäfer. *Raps* **25**, 68-72.
- HOKKANEN, H.M.T., 1993: Overwintering survival and spring emergence in *Meligethes aeneus*: effects of body weight, crowding, and soil treatment with *Beauveria bassiana*. *Entomol. Exp. Appl.* **67**, 241-246.
- KDIMATI, H., 1990: Untersuchungen zur Befallsprognose des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.) an Winterraps. Diss. A, Universität Rostock, 140 S.
- KIRK-SPRIGGS, A.H., 1996: Pollen Beetles, Coleoptera: Kateretidae and Nitidulidae: Meligethinae. In: *Handbooks for the Identification of British Insects*, Vol. 5 (6a), 157 S.
- MÜLLER, H. J., 1941a: Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* **51**, 385-435.
- MÜLLER, H. J., 1941b: Weitere Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers *Meligethes aeneus* F.. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* **51**, 529-595.
- NAUEN, R., 2005: Insecticide resistance in European agriculture: Research instead of rumours. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference – Crop Science & Technology 2005*, **3**, 123-130.
- RENKEN, W., 1956: Untersuchungen über Winterlager von Insekten. *Z. Morphol. Ökol. Tiere* **45**, 34-106.
- SPORNRAFT, K., 1967: 50. Fam. Nitidulidae. In: Freude, H., K. W. Harde, G. A. Lohse (Hrsg.): *Die Käfer Mitteleuropas*. Band IV „Clavicornia“, 20-77, Krefeld.
- VIETINGHOFF, J., 1985: Untersuchungen zur Schadwirkung und Befallsprognose des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* F.). Diss. A, Universität Rostock, 154 S.
- WEGOREK, P., 2005: Preliminary data on resistance appearance of Pollen Beetle PB (*Meligethes aeneus* F.) to selected pyrethroids, organophosphorous and chloronicotynyls insecticide, in 2004 year in Poland. *Resistant Pest Management Newsletter* **14**, No. 2, 19-21.

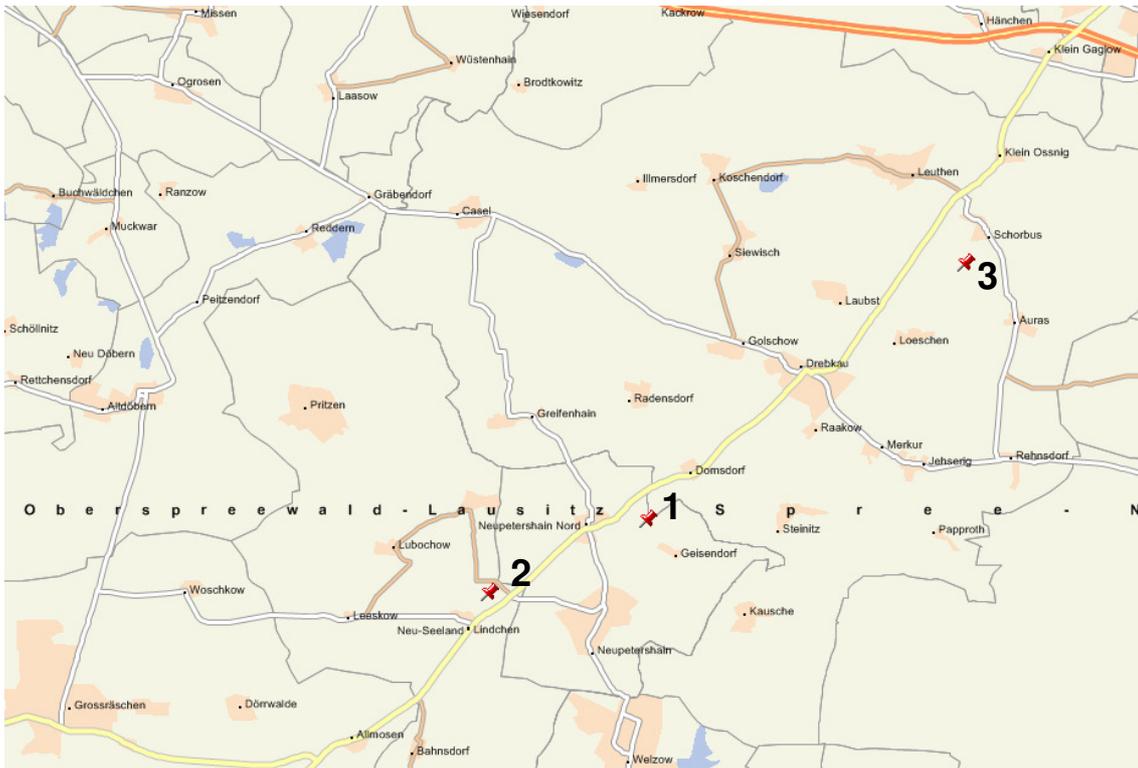
## 6. Anhang



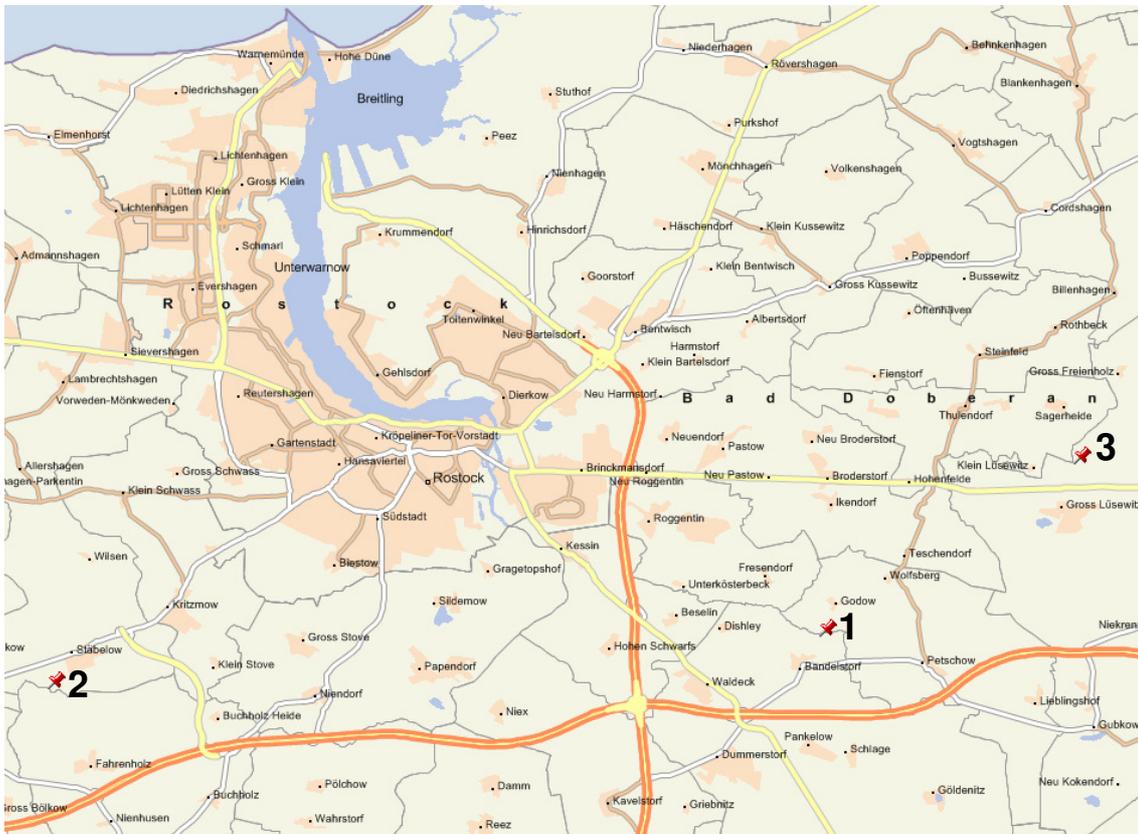
**Abb. A1: Schematische Darstellung der 2007 in Deutschland untersuchten Sammlungsgebiete für Winterlagerproben (1 Bayern, 2 Brandenburg, 3 Mecklenburg-Vorpommern)**



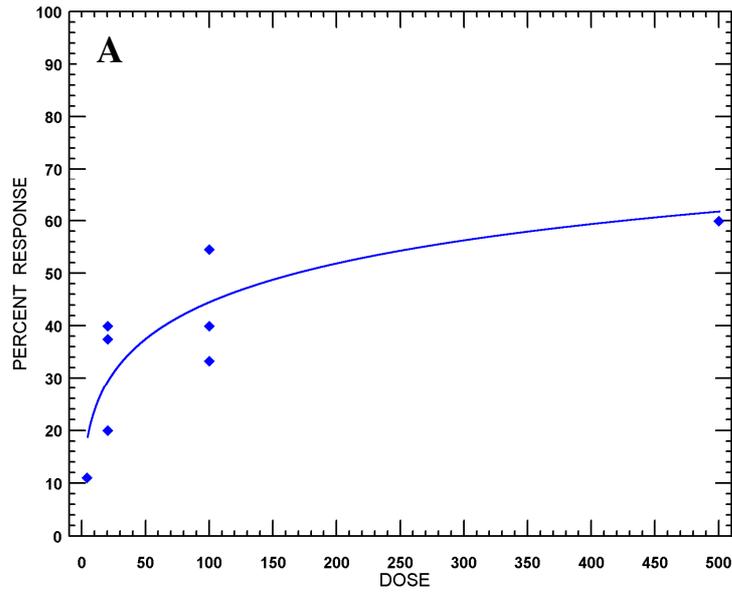
**Abb. A2: Sammlungsgebiete der 2007 in Bayern untersuchten Winterlagerproben (1 Edeldorf, 2 Vohenstrauß, 3 Leuchtenberg, 4 Söllitz, 5 Schömersdorf, 6 Jeding, 7 Fensterbach, 8 Irrenlohe, 9 Naabsieghofen, 10 Witzlarn, 11 Haiderhöf, Reuting, Fischbach)**



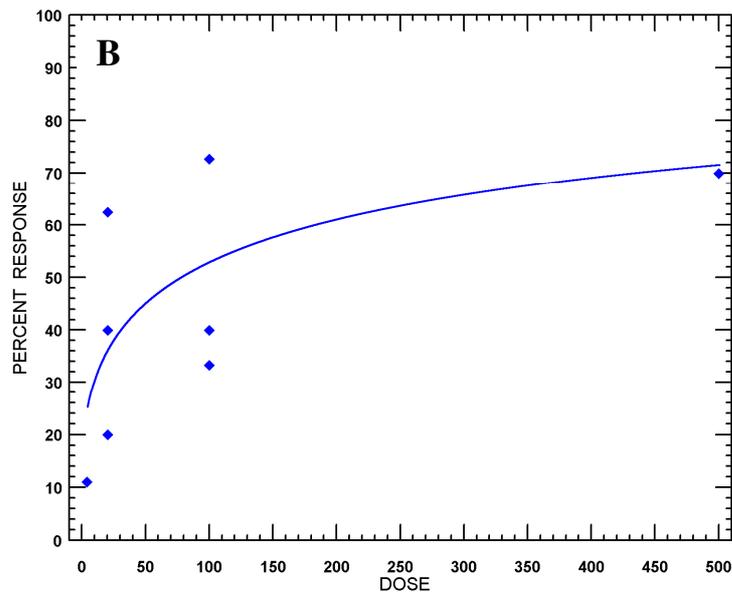
**Abb. A3: Sammlungsgebiete der 2007 in Brandenburg untersuchten Winterlagerproben (1 Neupetershain, 2 Lindchen, 3 Schorbus)**



**Abb. A4: Sammlungsgebiete der 2007 in Mecklenburg-Vorpommern untersuchten Winterlagerproben (1 Kösterbeck, 2 Fahrenholz, 3 Sagerheide)**

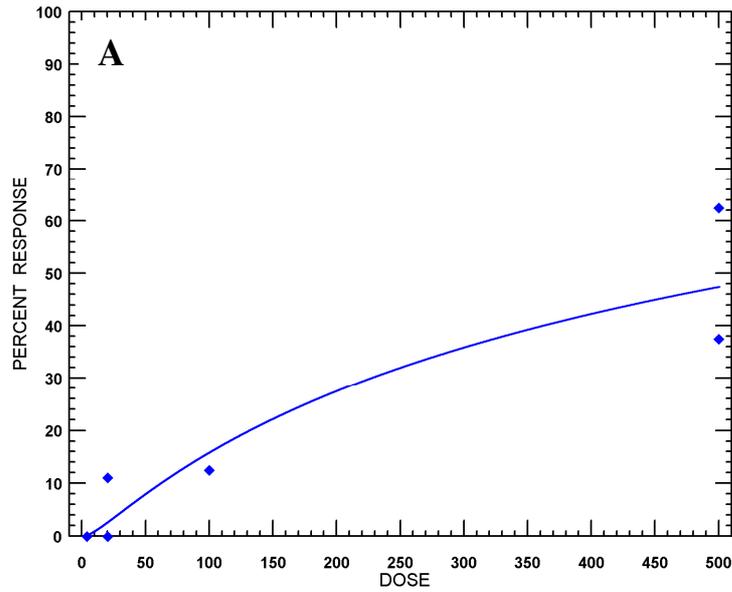


chi-square: 2.578 degrees of freedom: 6 heterogeneity: 0.430

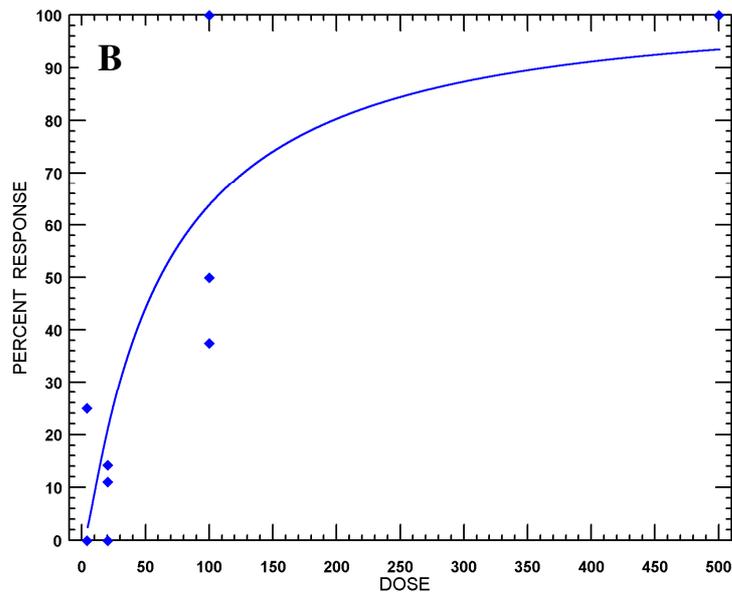


chi-square: 8.3621 degrees of freedom: 6 heterogeneity: 1.3937

**Abb. A5: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus der Winterlagerprobe von Naabsieghofen (12.03.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

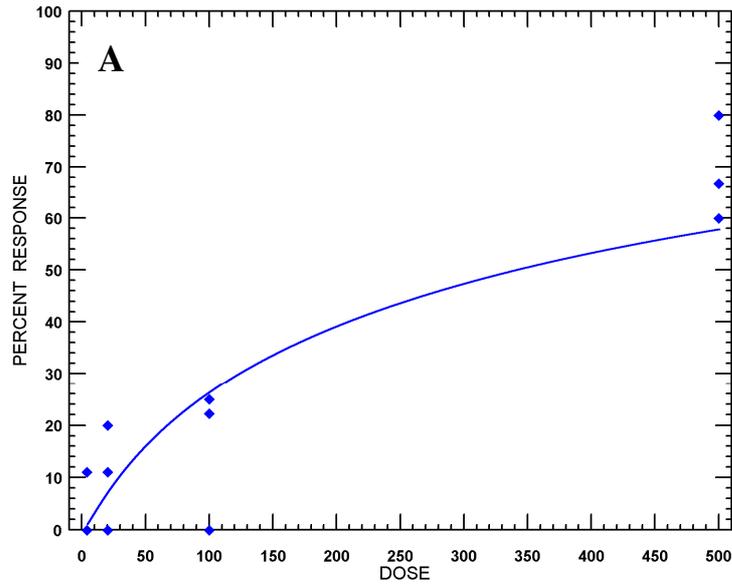


chi-square: 4.209 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 0.526

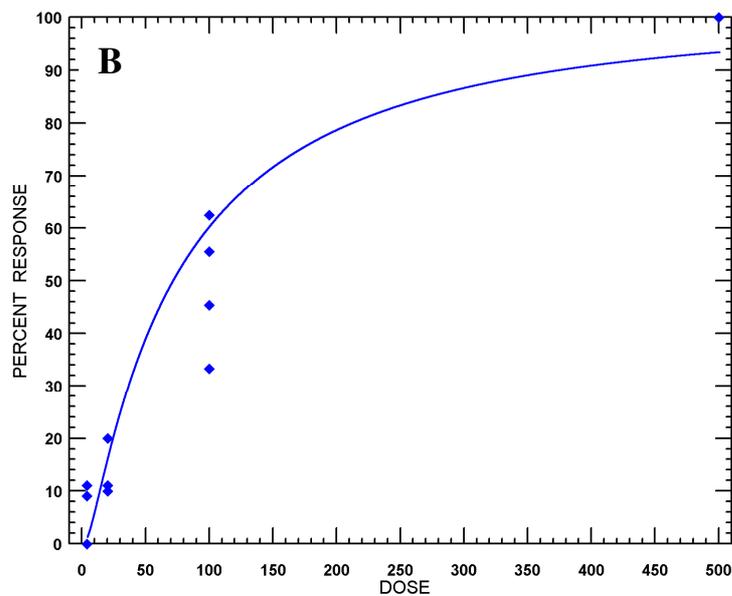


chi-square: 27.944 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 3.4930

**Abb. A6: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus der Winterlagerprobe von Schorbus, oberer Hangbereich, (23.02.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

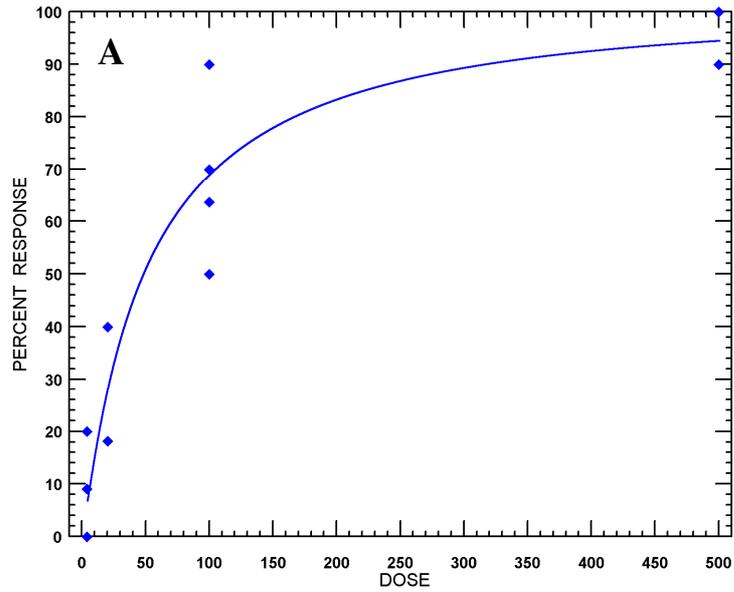


chi-square: 21.968 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 1.5691

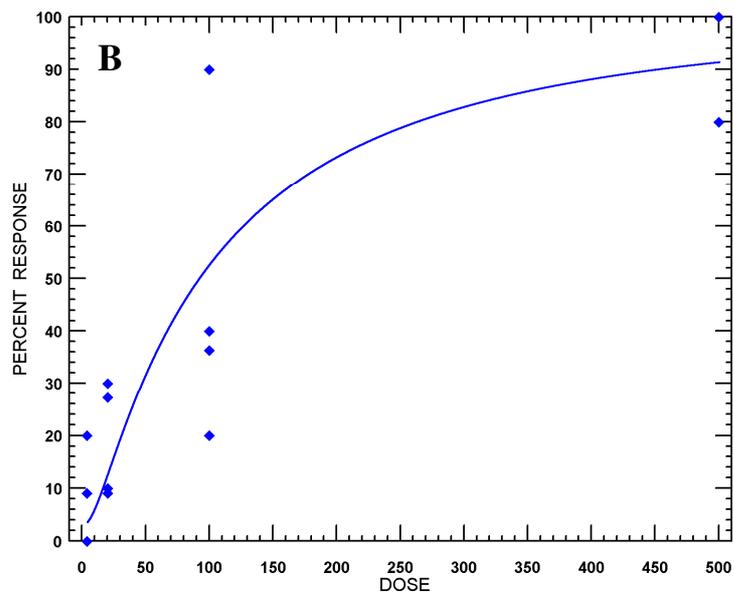


chi-square: 19.386 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 1.3847

**Abb. A7: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus der Winterlagerprobe von Schorbus, unterer Hangbereich, (23.02.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

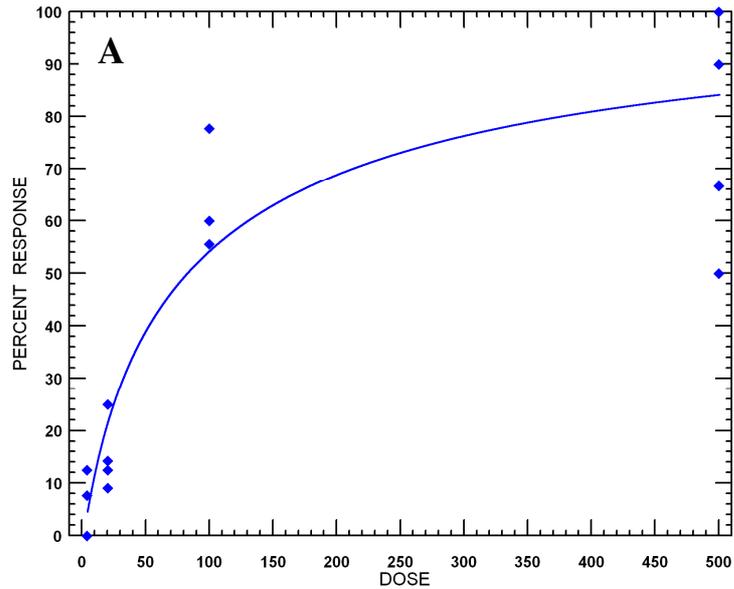


chi-square: 12.389 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 0.885

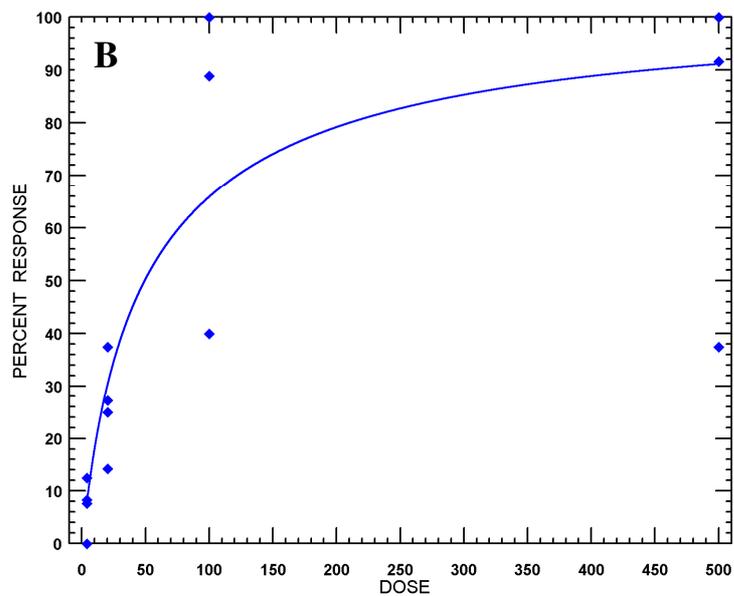


chi-square: 25.185 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 1.7989

**Abb. A8: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus der Winterlagerprobe von Fahrenholz (09.03.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

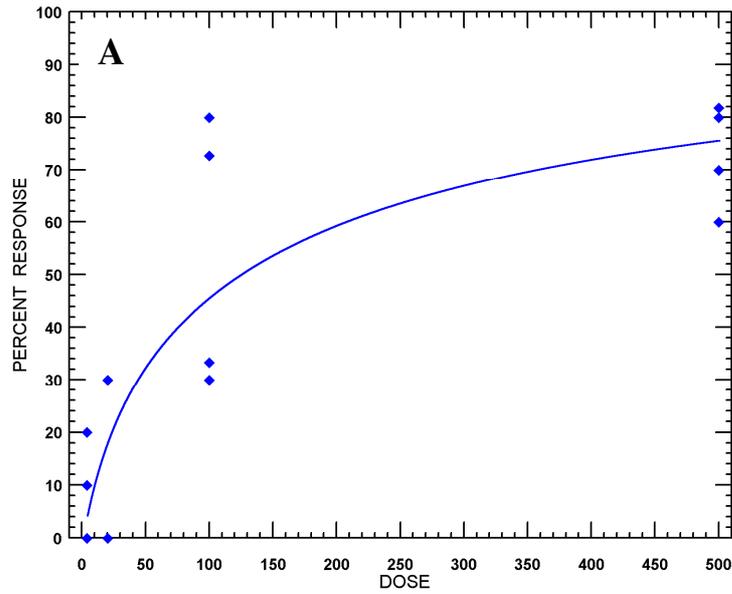


chi-square: 20.626 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 1.4733

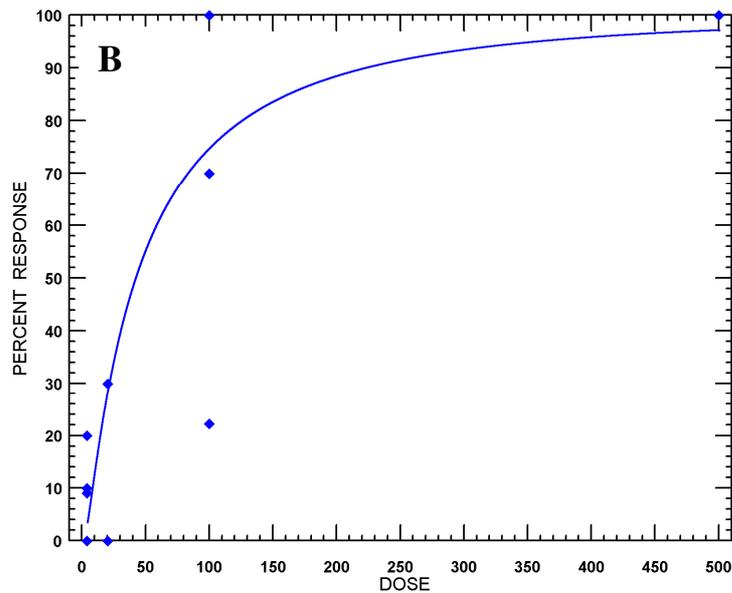


chi-square: 44.682 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 3.1916

**Abb. A9: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus der Winterlagerprobe von Sagerheide (20.03.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

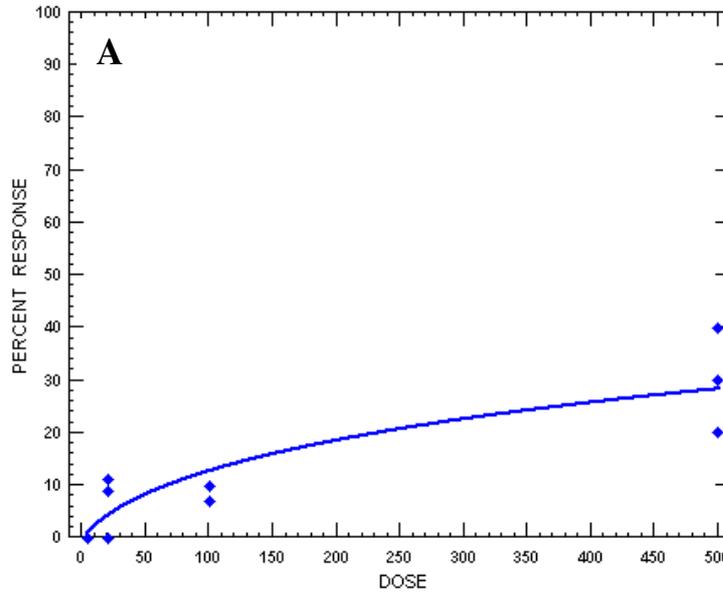


chi-square: 26.480 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 1.8914

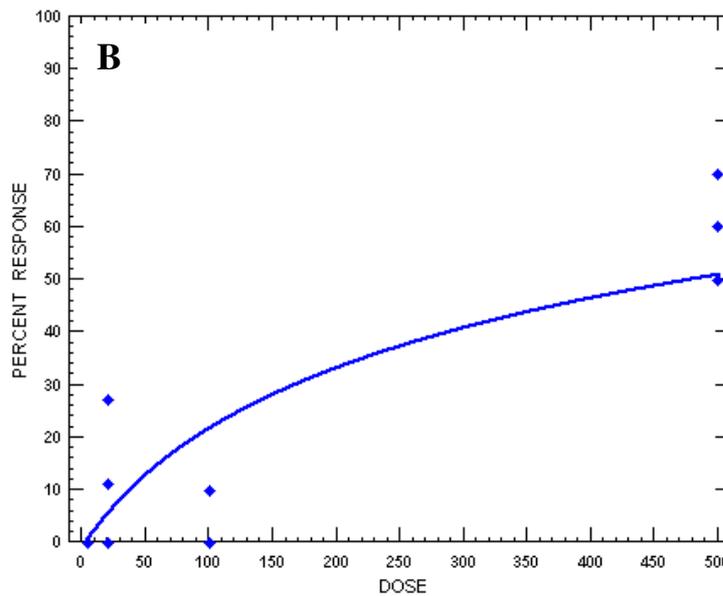


chi-square: 39.343 degrees of freedom: 14 heterogeneity: 2.8102

**Abb. A10: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem W-Rapsfeld bei Schorbus vor Insektizidapplikation (23.02.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

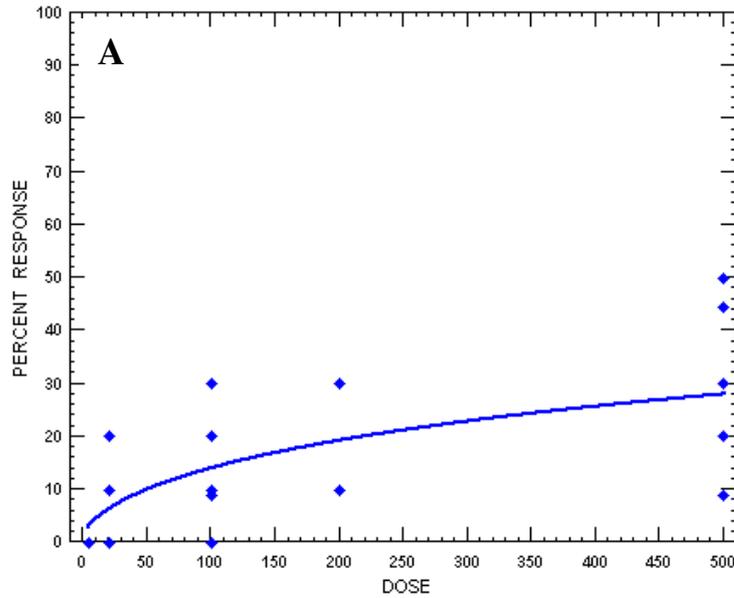


chi-square: 4.853 degrees of freedom: 11 heterogeneity: 0.441

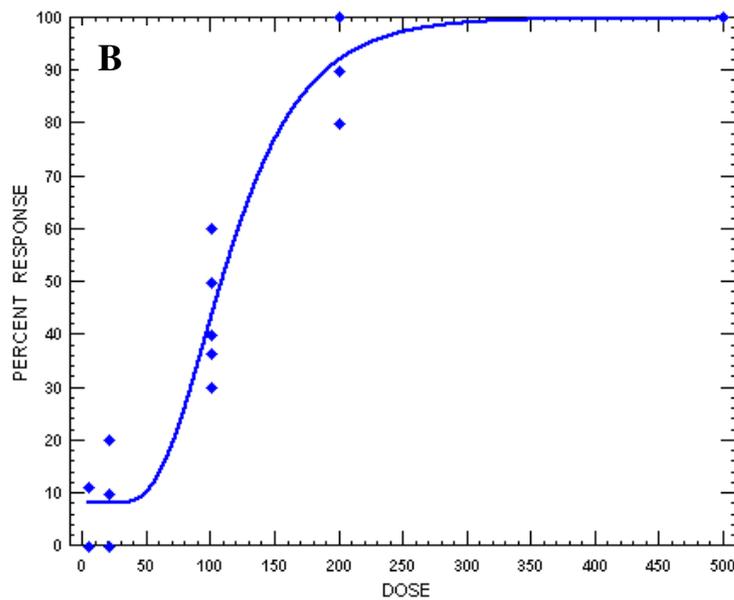


chi-square: 18.693 degrees of freedom: 11 heterogeneity: 1.6994

**Abb. A11: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem W-Rapsfeld bei Schorbus nach Insektizidapplikation (29.03.) 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

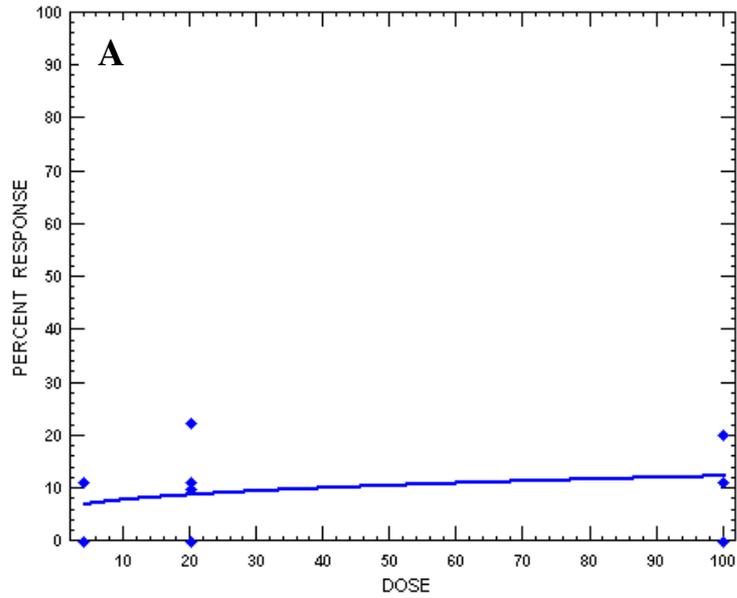


chi-square: 23.529 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.0230

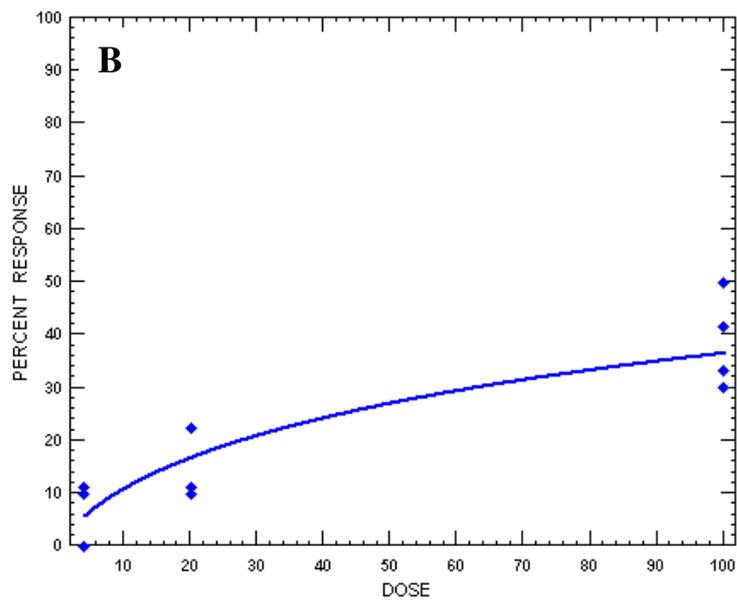


chi-square: 14.612 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 0.635

**Abb. A12: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld von Neupetershain (29.03.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

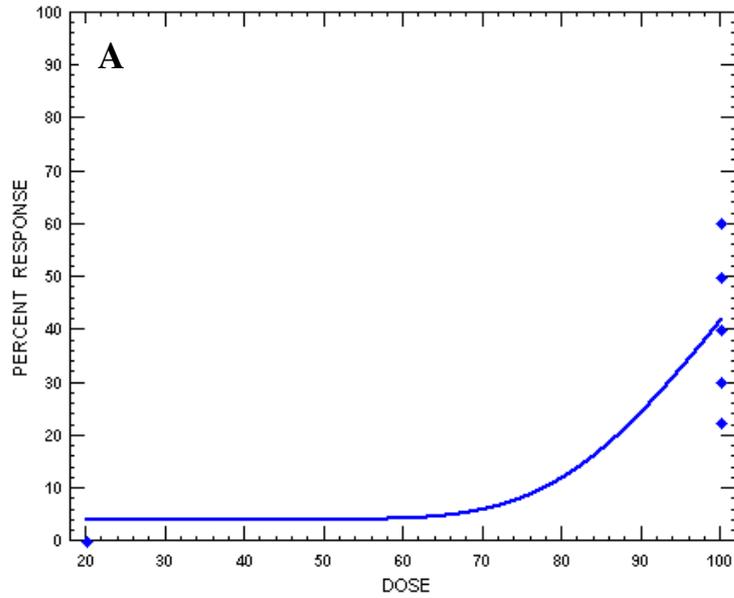


chi-square: 13.264 degrees of freedom: 13 heterogeneity: 1.0203

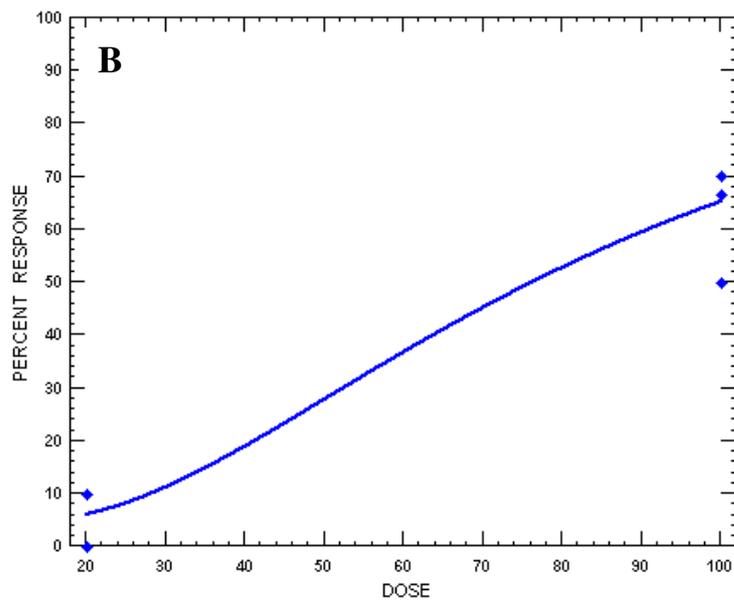


chi-square: 4.805 degrees of freedom: 13 heterogeneity: 0.370

**Abb. A13: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Lindchen (03.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

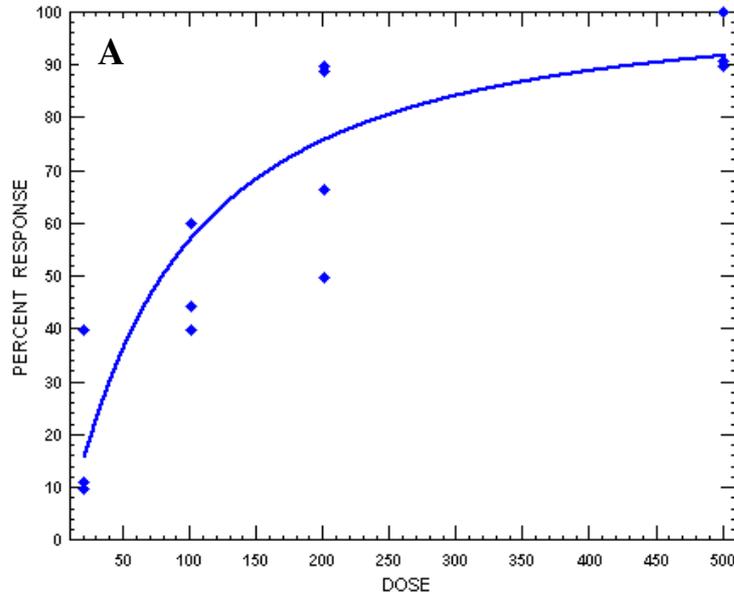


chi-square: 5.732 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 0.717

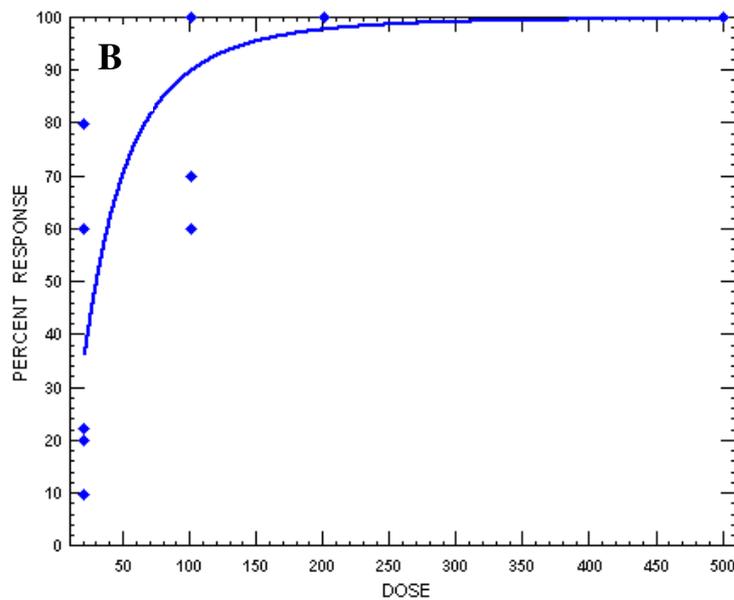


chi-square: 3.357 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 0.420

**Abb. A14: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Schorbus (03.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

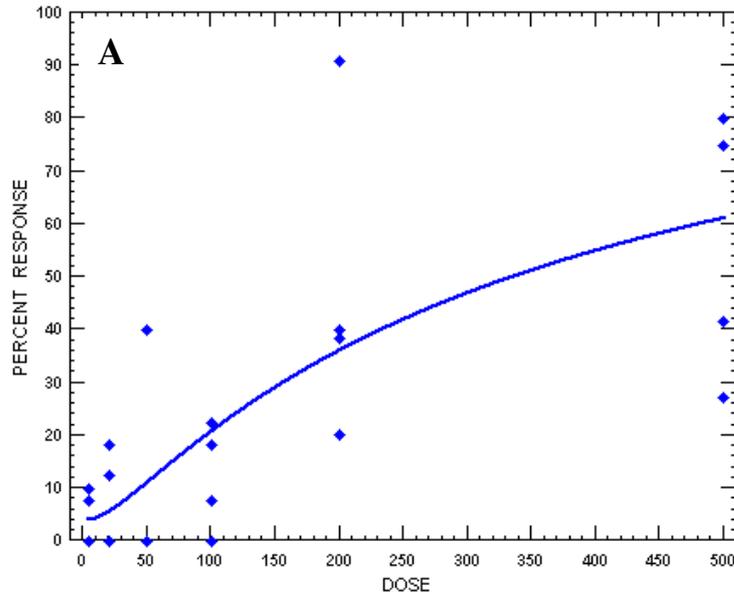


chi-square: 23.056 degrees of freedom: 18 heterogeneity: 1.2809

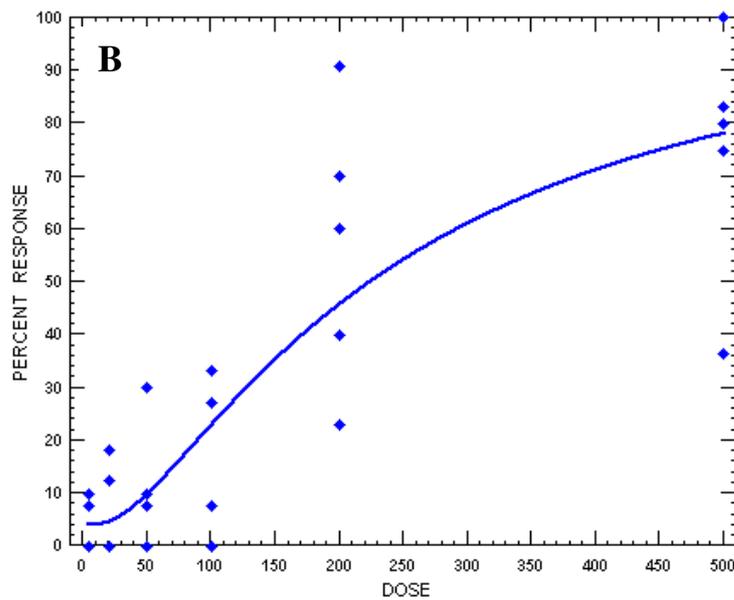


chi-square: 34.427 degrees of freedom: 18 heterogeneity: 1.9126

**Abb. A15: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Kösterbeck (12.03.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

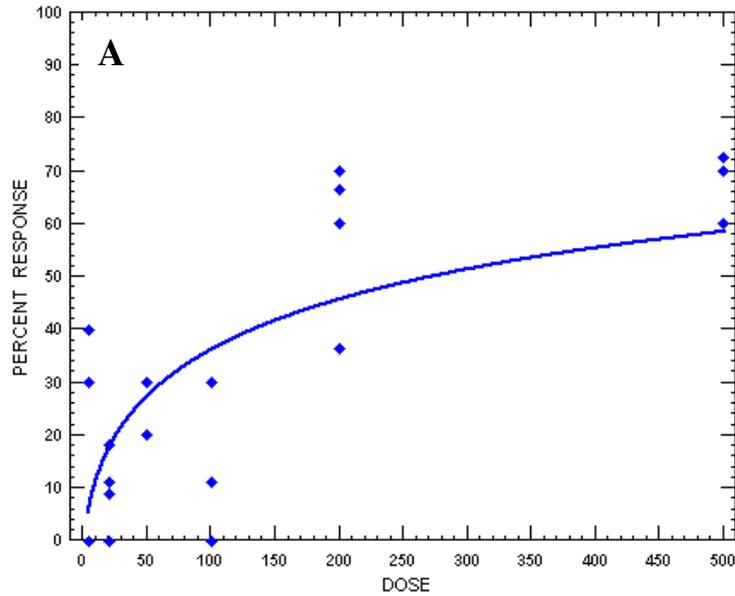


chi-square: 60.385 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 2.1566

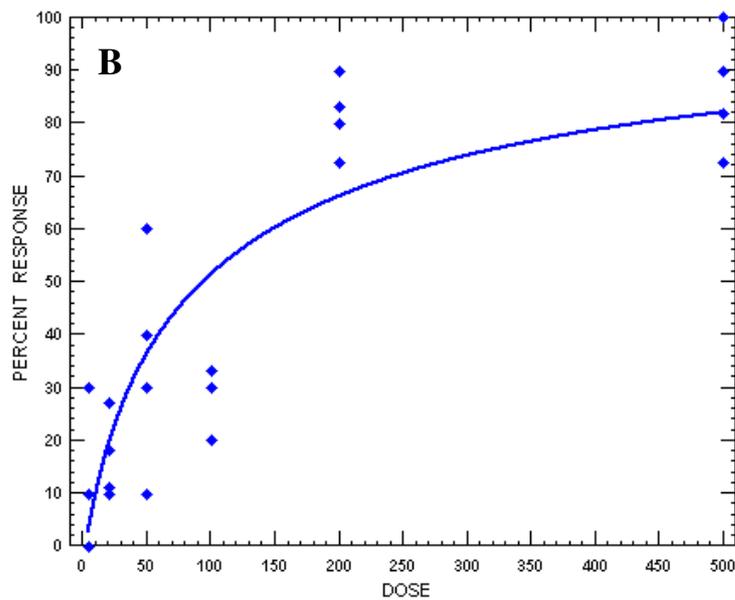


chi-square: 50.693 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.8105

**Abb. A16: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei  
Fahrenheit (12.03.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-  
Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

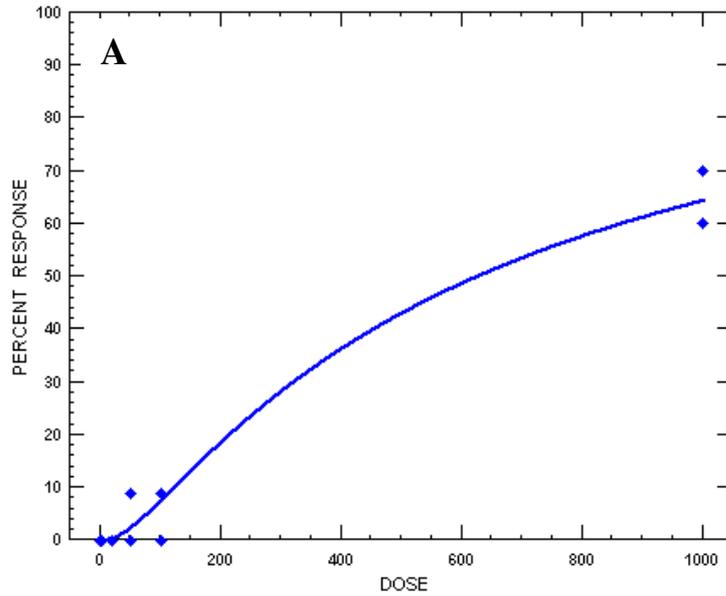


chi-square: 52.553 degrees of freedom: 22 heterogeneity: 2.3888

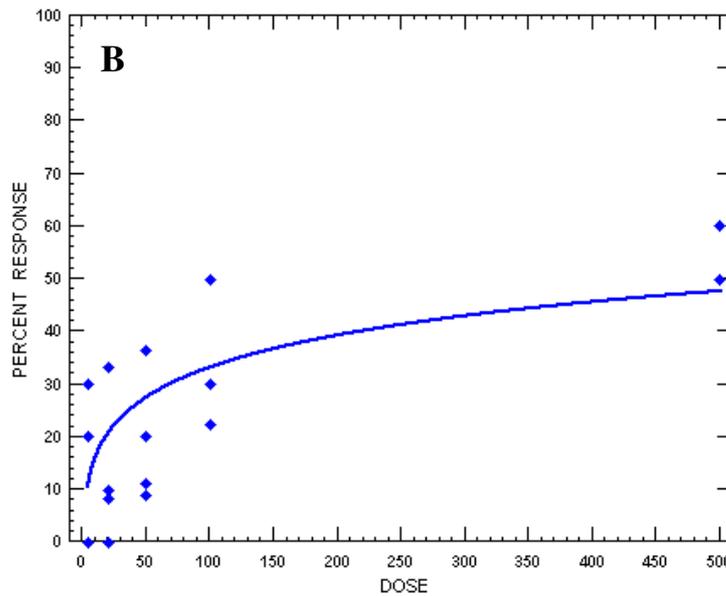


chi-square: 41.987 degrees of freedom: 22 heterogeneity: 1.9085

**Abb. A17: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Sagerheide (28.03.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

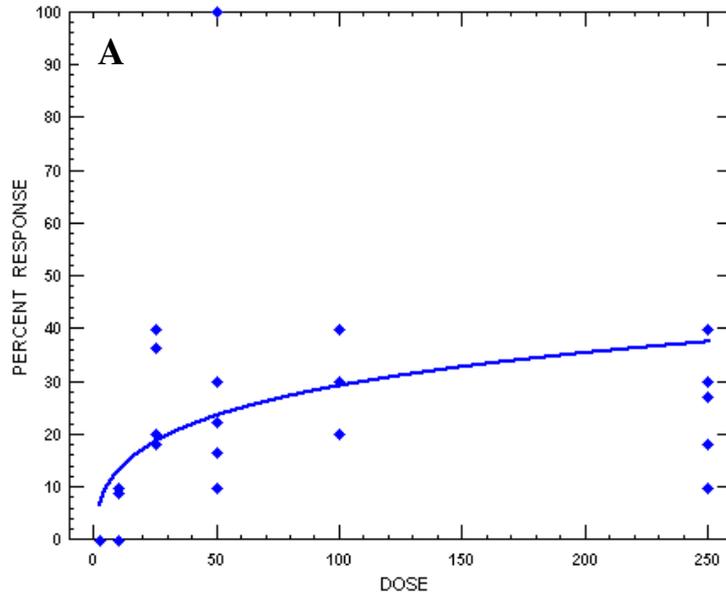


chi-square: 3.490 degrees of freedom: 12 heterogeneity: 0.291

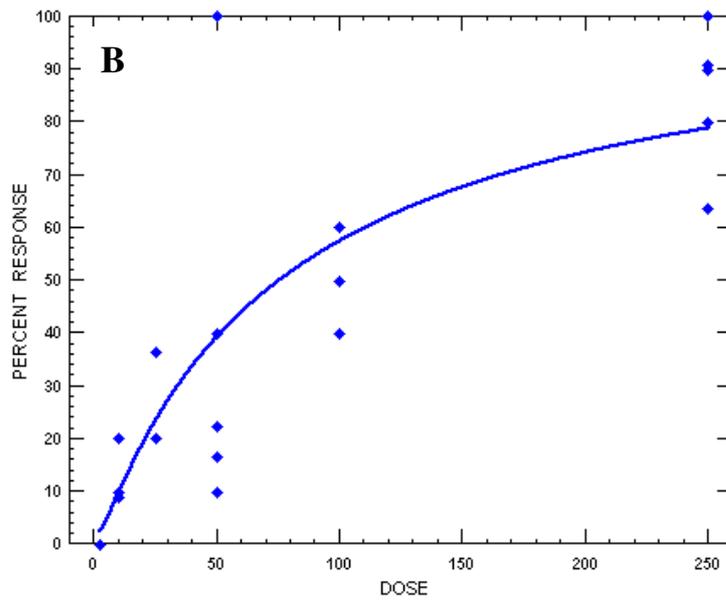


chi-square: 20.571 degrees of freedom: 18 heterogeneity: 1.1428

**Abb. A18: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Söllitz vom 10.04. (A) und 17.04. (B) nach 5h Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

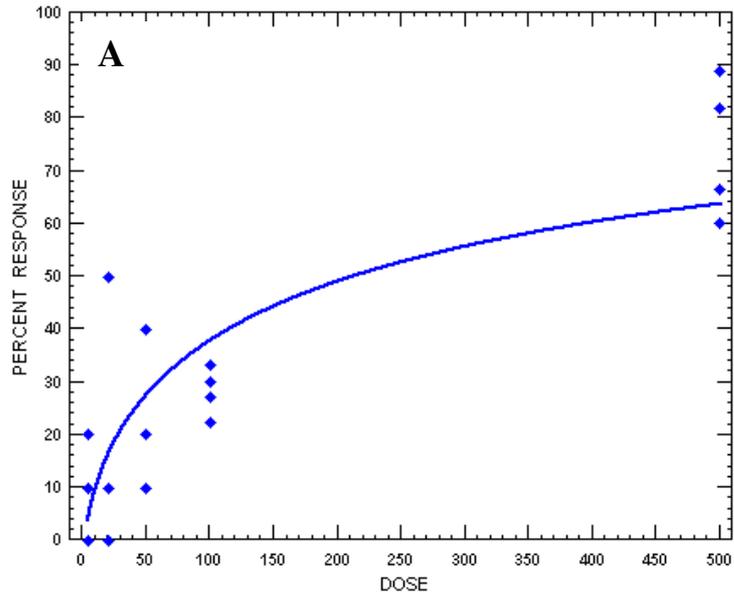


chi-square: 59.522 degrees of freedom: 27 heterogeneity: 2.2045



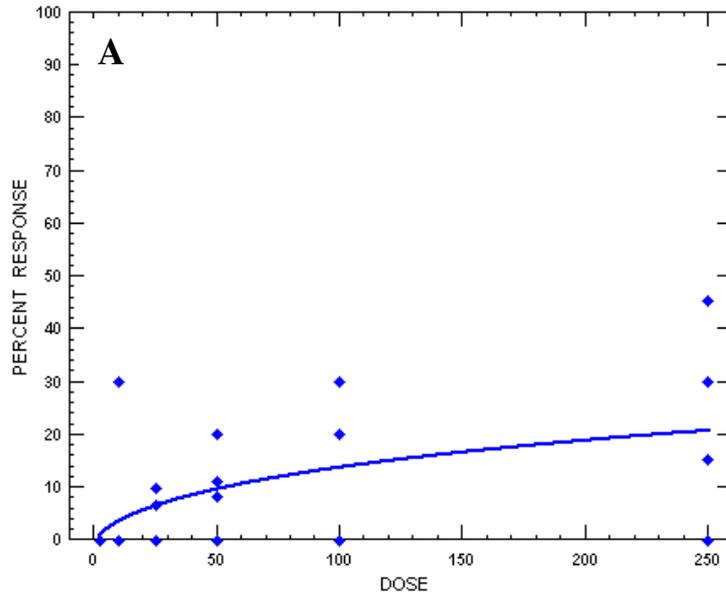
chi-square: 39.029 degrees of freedom: 27 heterogeneity: 1.4455

**Abb. A19: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Jeding (10.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

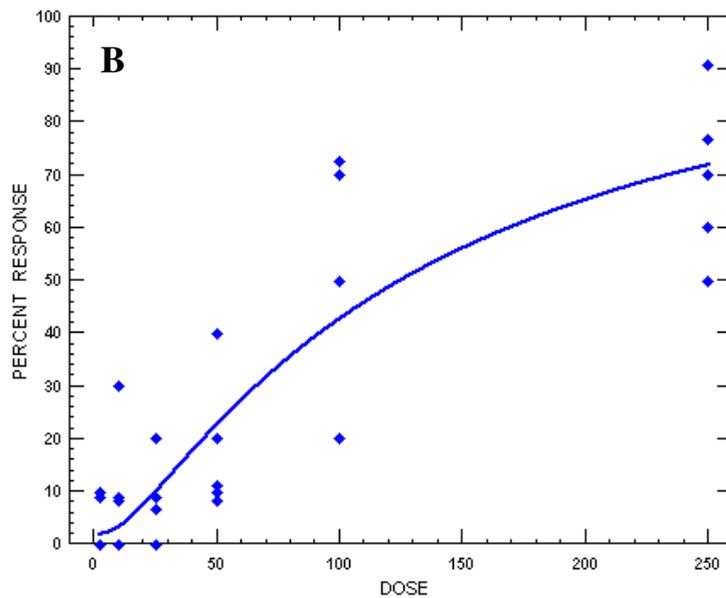


chi-square: 26.505    degrees of freedom: 18    heterogeneity: 1.4725

**Abb. A20: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Jeding (17.04.) nach 5h Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

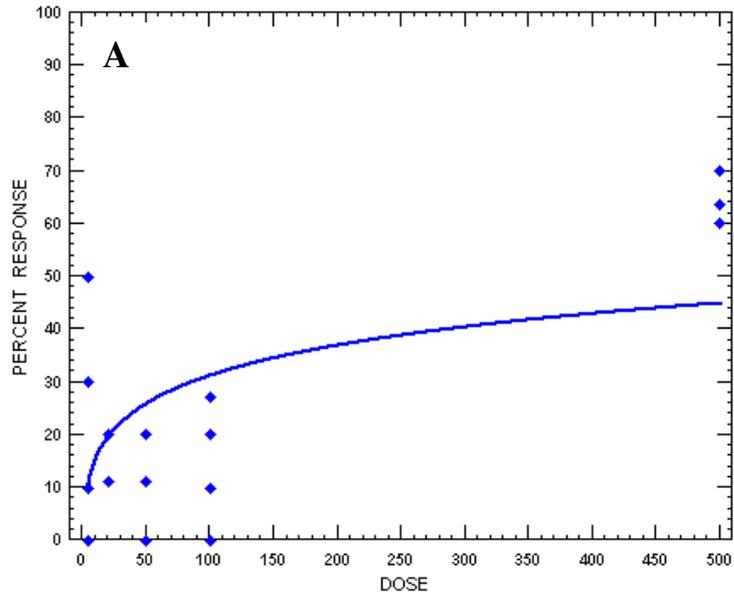


chi-square: 45.125 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.6116



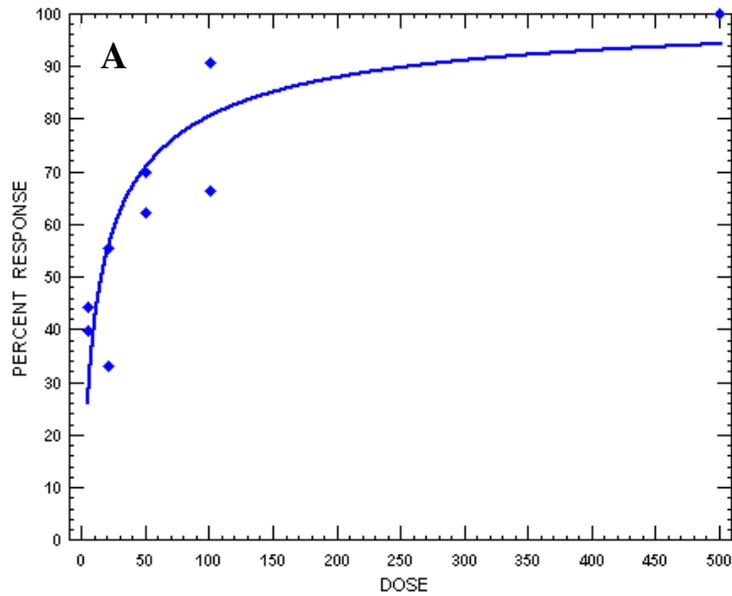
chi-square: 39.345 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.4052

**Abb. A21: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Naabsiegenhofen (10.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**



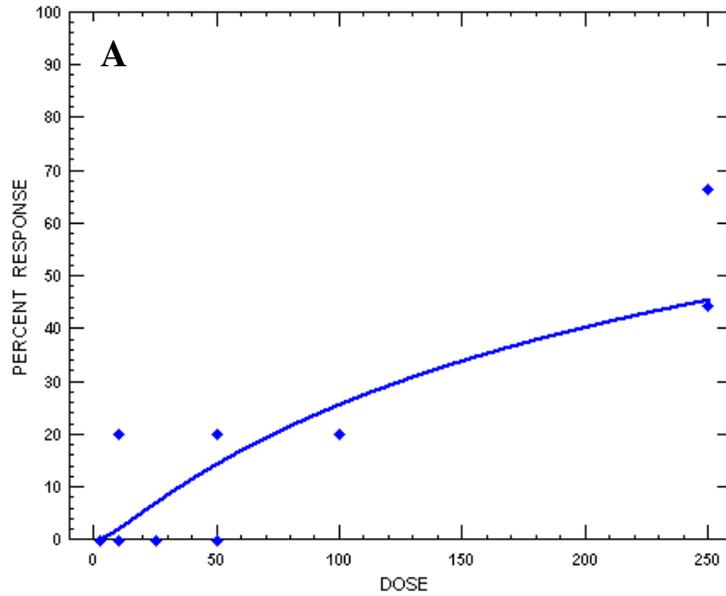
chi-square: 37.829    degrees of freedom: 18    heterogeneity: 2.1016

**Abb. A22: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Naabsiegenhofen (17.04.) nach 5h Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

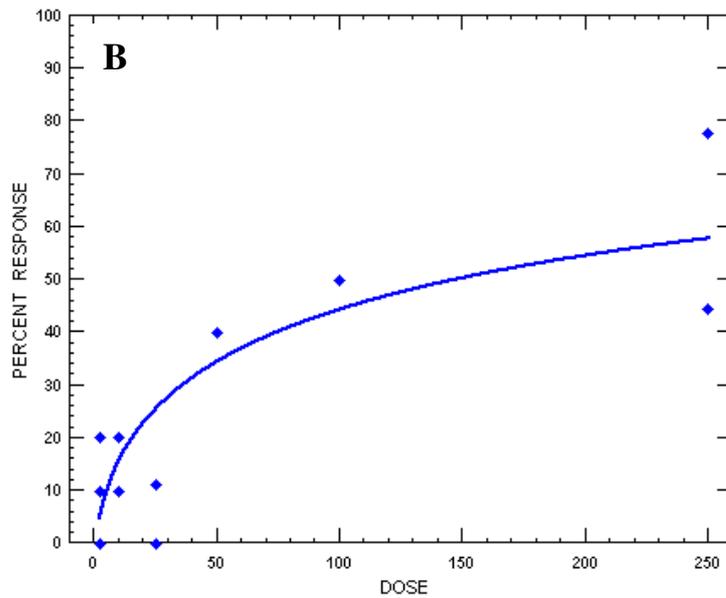


chi-square: 6.515 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 0.814

**Abb. A23: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem Rapsfeld bei Vohenstrauß (13.05.) nach 5h Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**



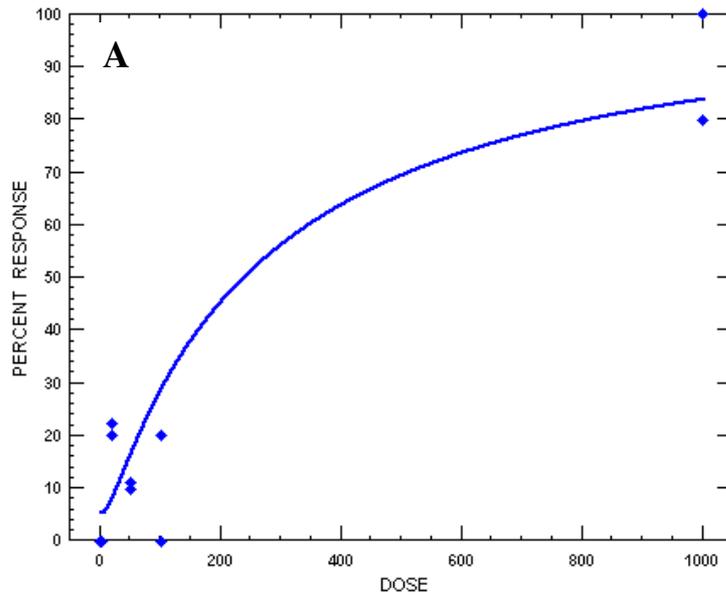
chi-square: 19.963    degrees of freedom: 13    heterogeneity: 1.5357



chi-square: 13.237    degrees of freedom: 13    heterogeneity: 1.0182

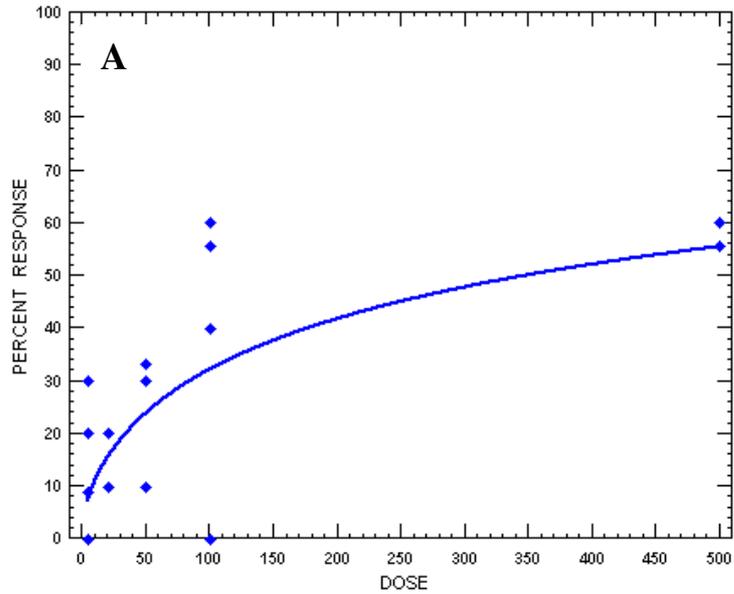
**Abb. A24: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Fensterbach (10.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**



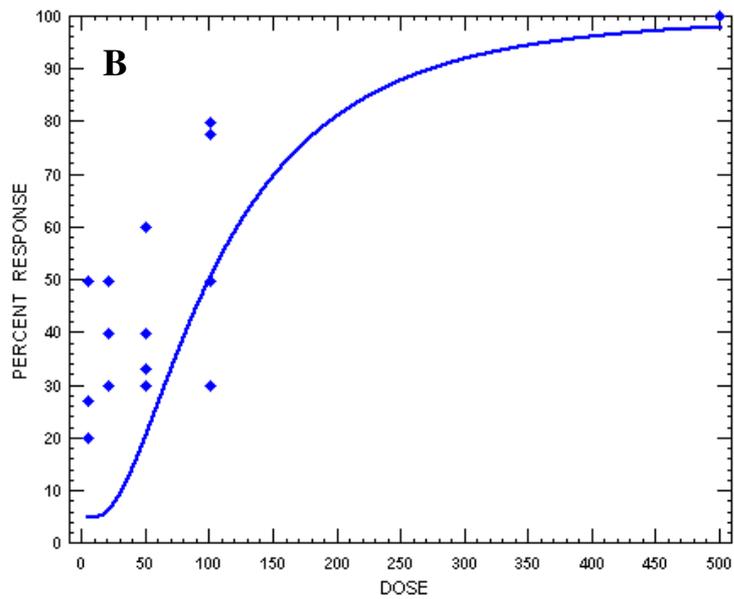


chi-square: 16.963 degrees of freedom: 12 heterogeneity: 1.4136

**Abb. A26: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem zweiten Rapsfeld bei Fensterbach (10.04.) nach 5h gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

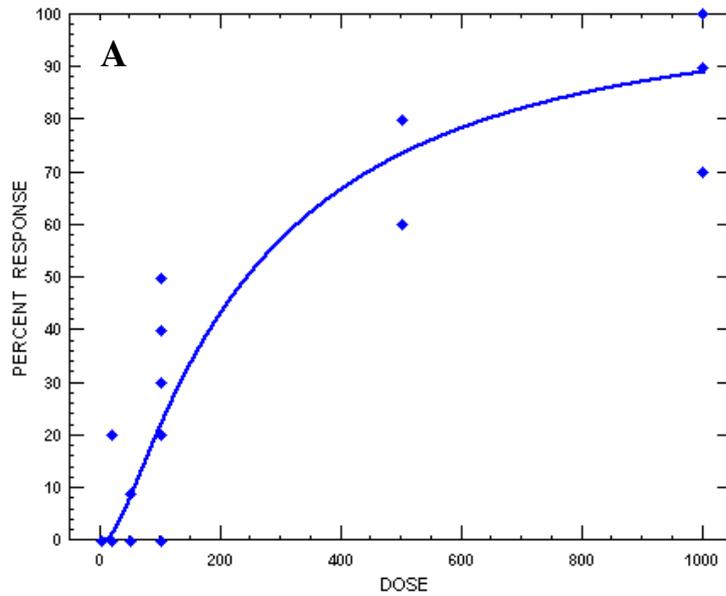


chi-square: 19.775 degrees of freedom: 16 heterogeneity: 1.2360

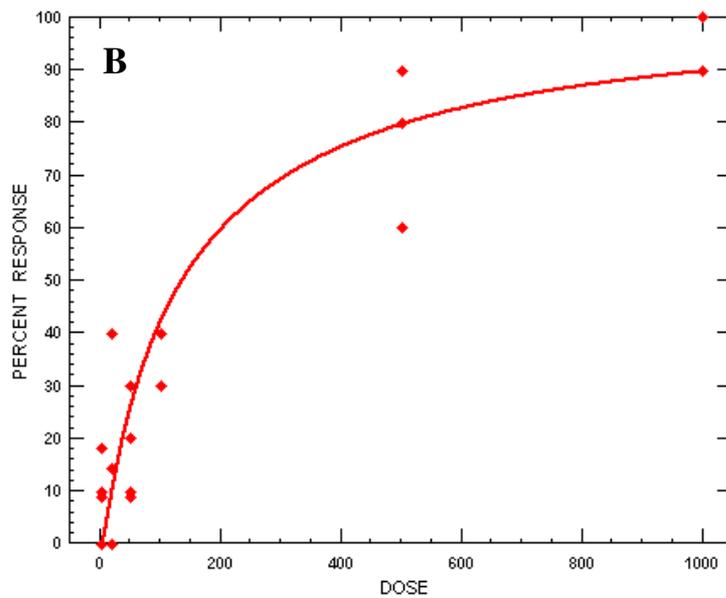


chi-square: 21.121 degrees of freedom: 16 heterogeneity: 1.3201

**Abb. A27: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem zweiten Rapsfeld bei Fensterbach (17.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

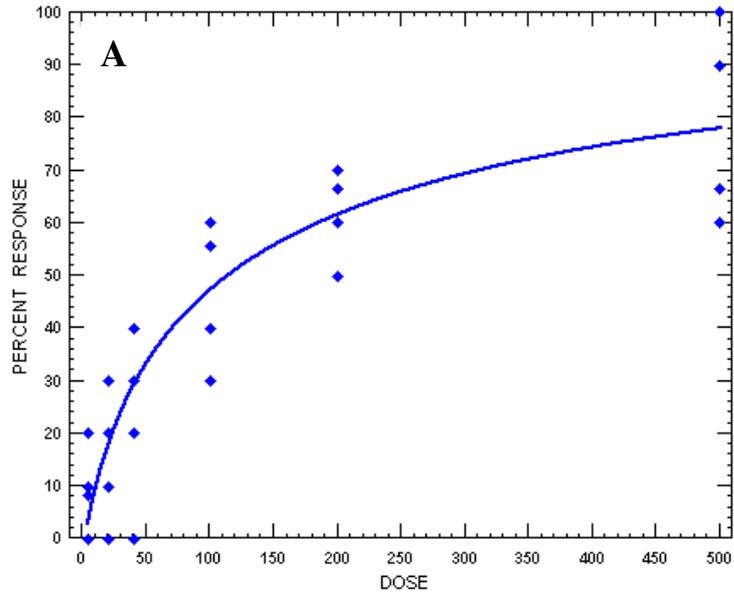


chi-square: 47.561 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.6986

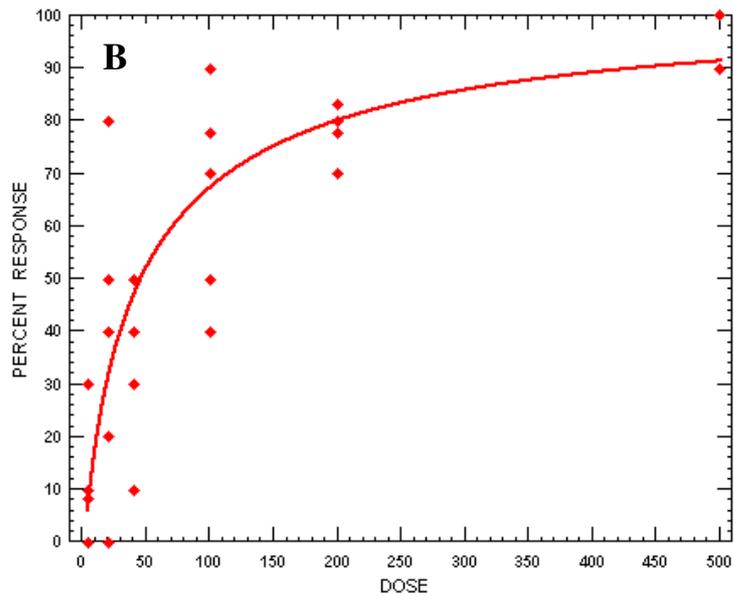


chi-square: 63.381 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 2.2636

**Abb. A28: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld 150 km südlich von Fischbach (19.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

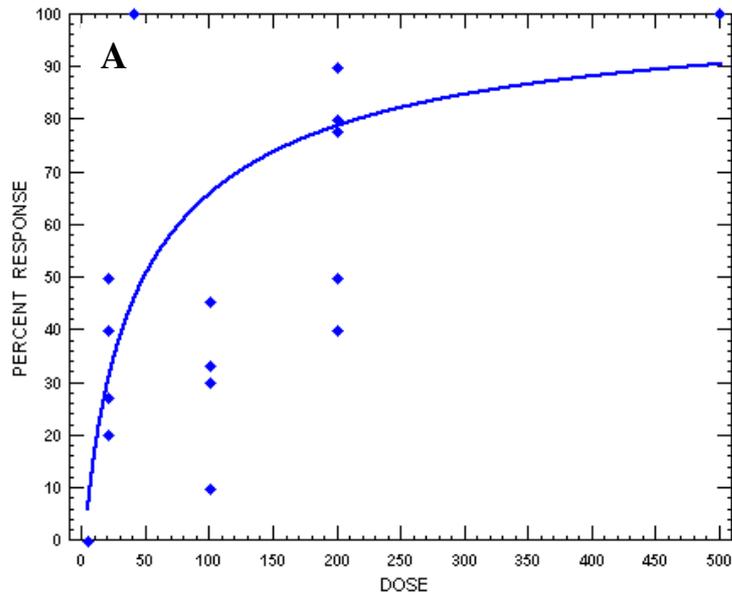


chi-square: 29.911 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.0682

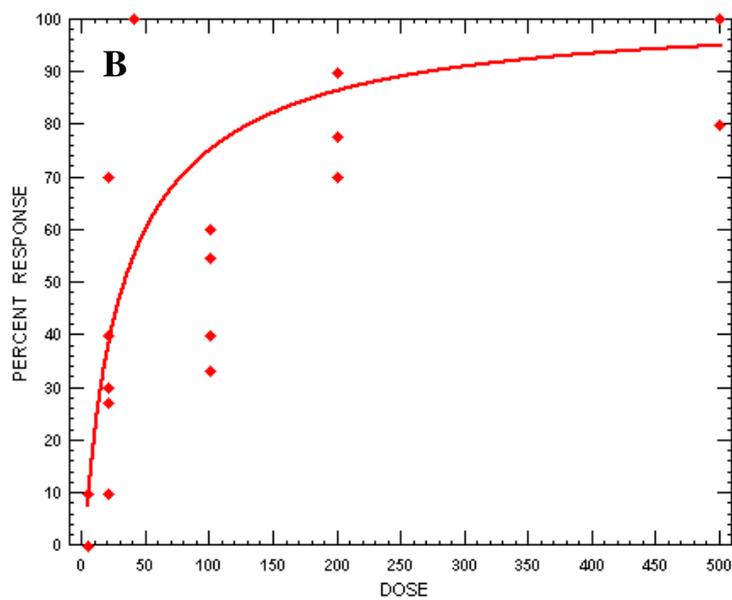


chi-square: 44.334 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.5833

**Abb. A29: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Schorbus (19.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

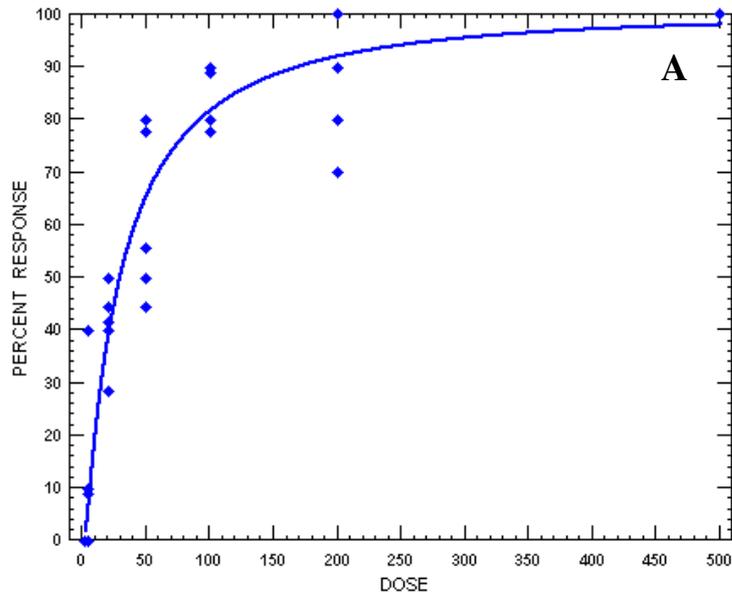


chi-square: 109.25    degrees of freedom: 28    heterogeneity: 3.9016

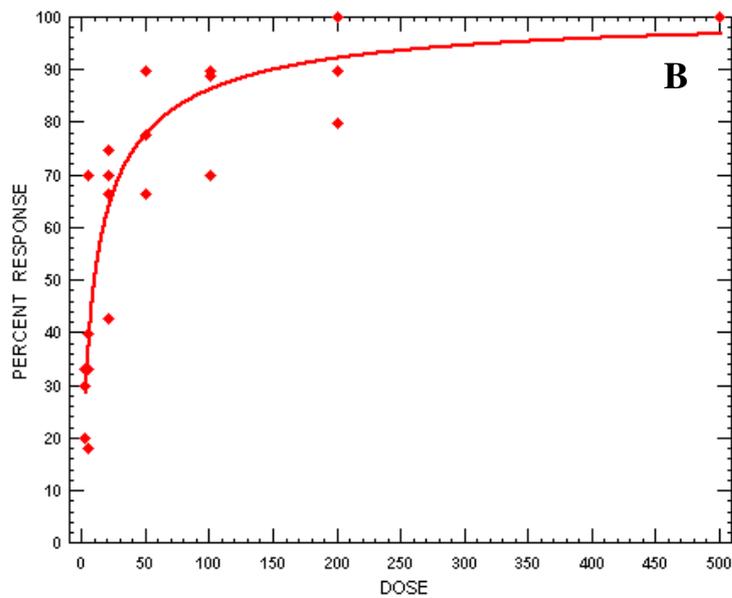


chi-square: 83.391    degrees of freedom: 28    heterogeneity: 2.9783

**Abb. A30: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Kösterbeck (19.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen 1-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

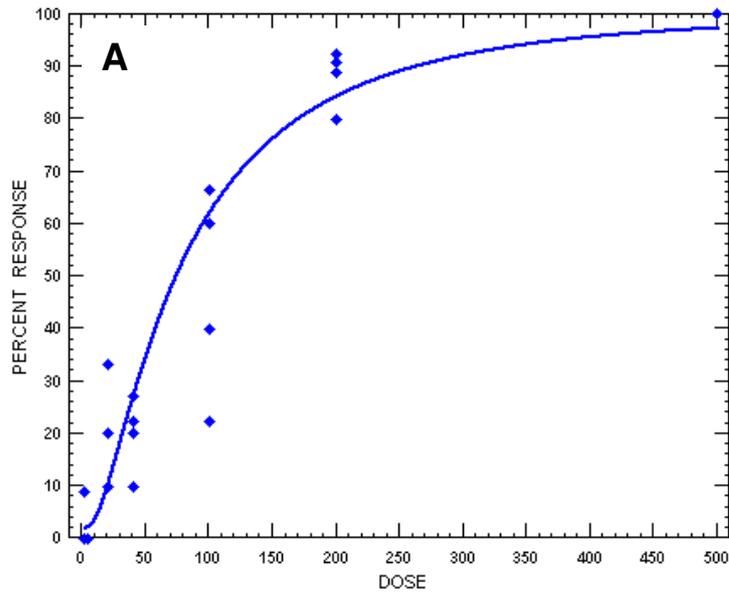


chi-square: 35.579 degrees of freedom: 33 heterogeneity: 1.0781

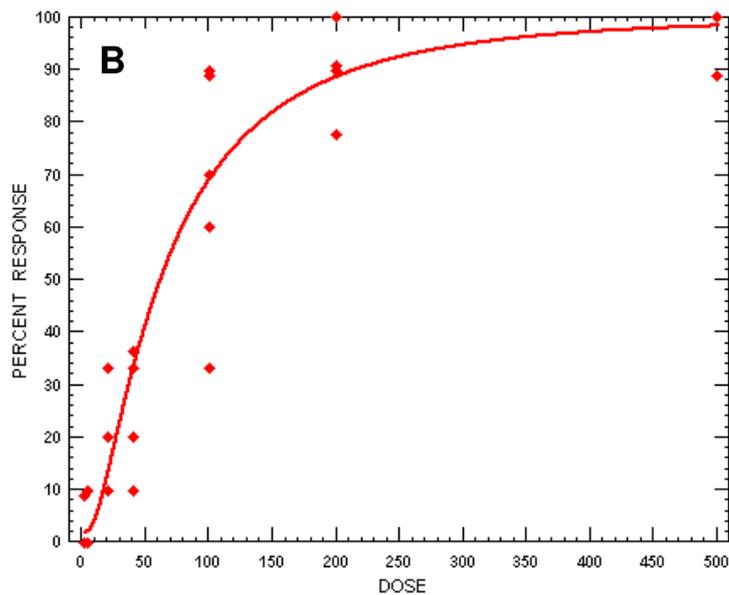


chi-square: 23.643 degrees of freedom: 33 heterogeneity: 0.716

**Abb. A31: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Kösterbeck (16.05.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

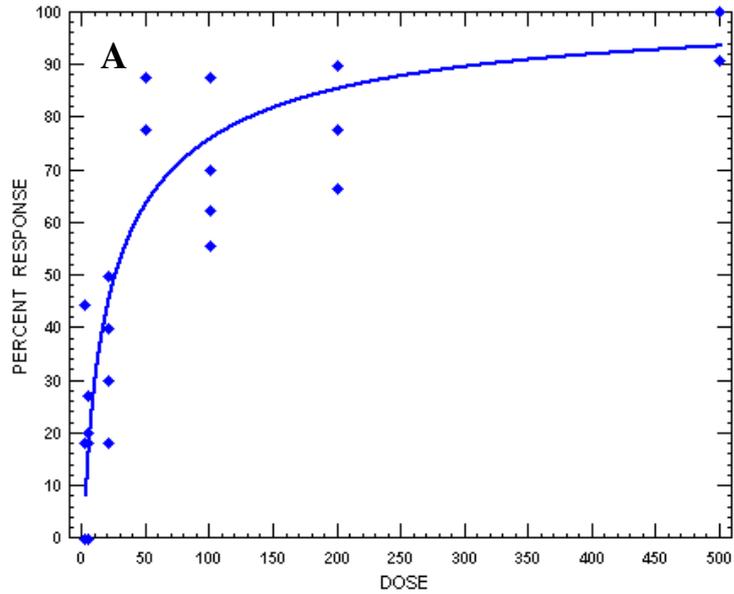


chi-square: 29.849 degrees of freedom: 33 heterogeneity: 0.905

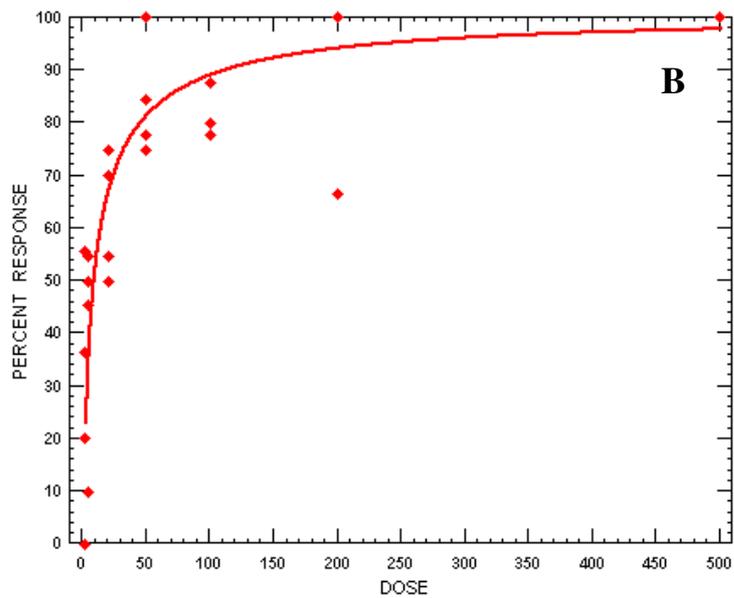


chi-square: 37.183 degrees of freedom: 33 heterogeneity: 1.1268

**Abb. A32: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer von einer Linde am Rand des Waldes bei Kösterbeck (26.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

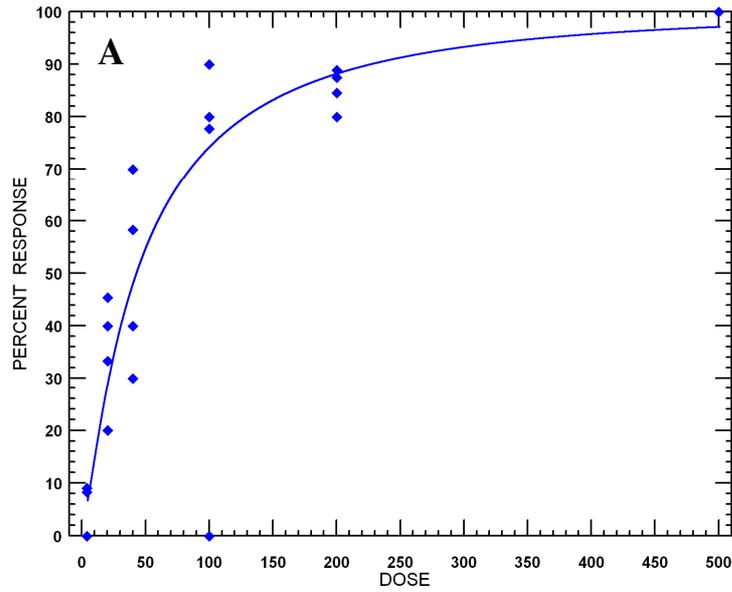


chi-square: 34.824 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.2437

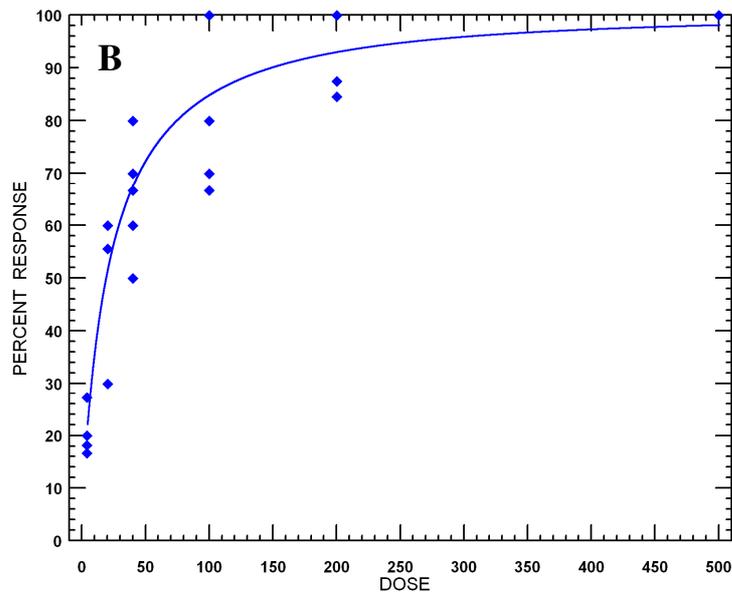


chi-square: 32.158 degrees of freedom: 29 heterogeneity: 1.1089

**Abb. A33: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Fahrenholz (16.05.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

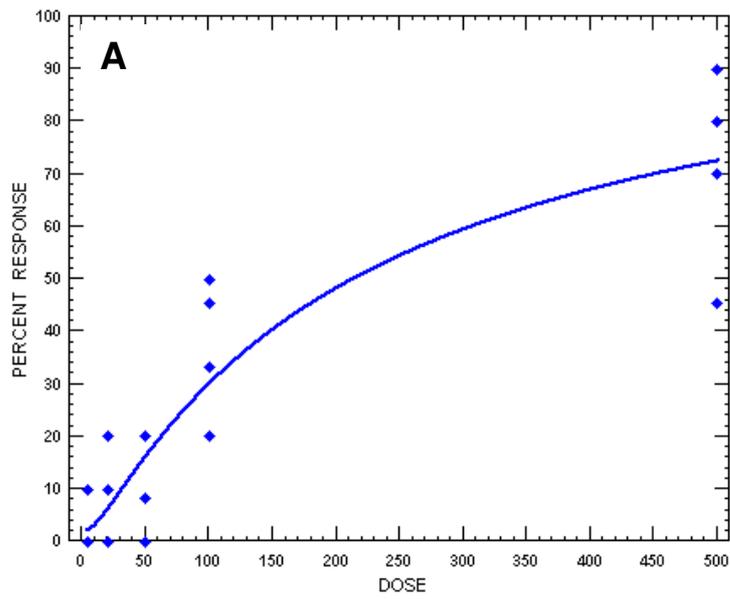


chi-square: 43.935 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.5691

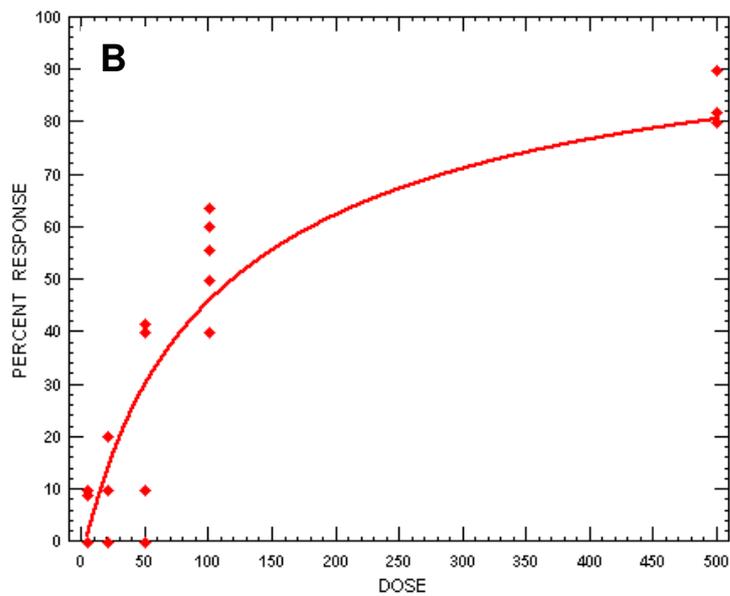


chi-square: 24.736 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 0.883

**Abb. A34: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem W-Rapsfeld bei Sagerheide (15.05.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

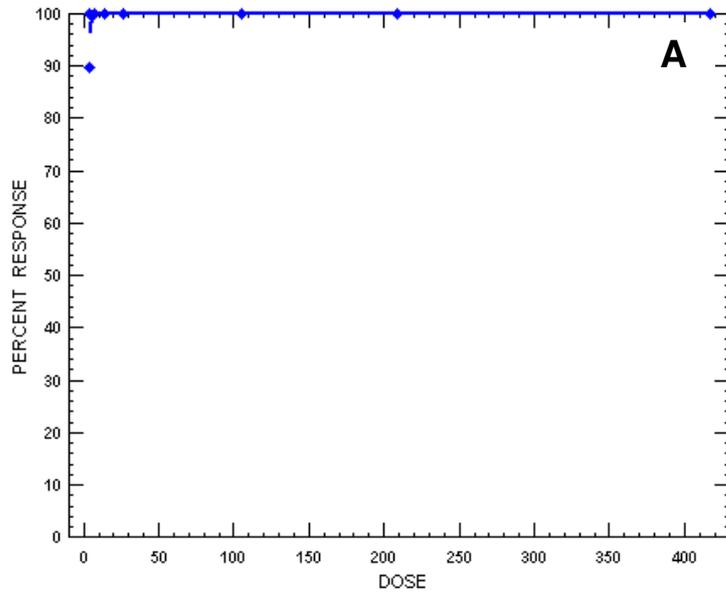


chi-square: 24.735 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.0754

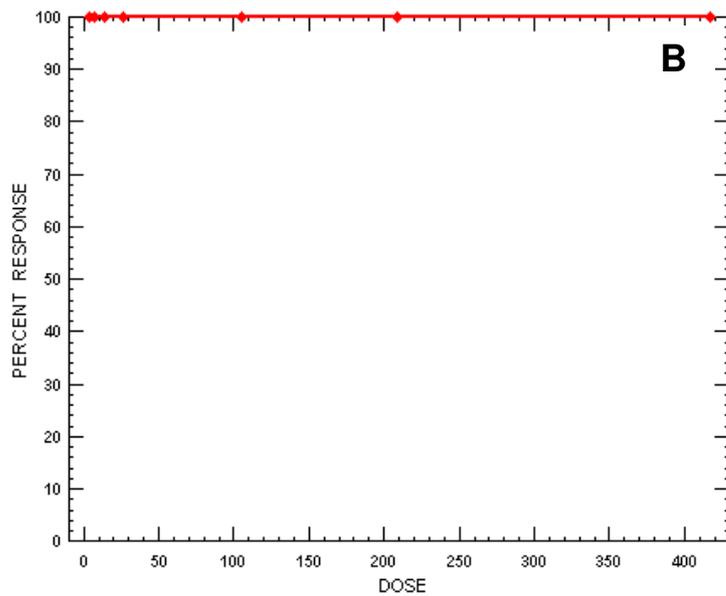


chi-square: 25.335 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.1015

**Abb. A35: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem S-Rapsfeld bei Sagerheide (13.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen l-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

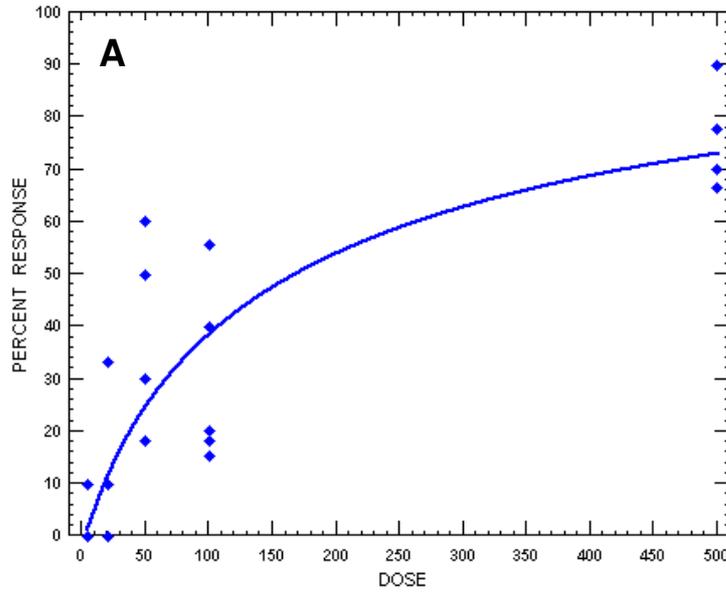


chi-square: 4.082 degrees of freedom: 33 heterogeneity: 0.124

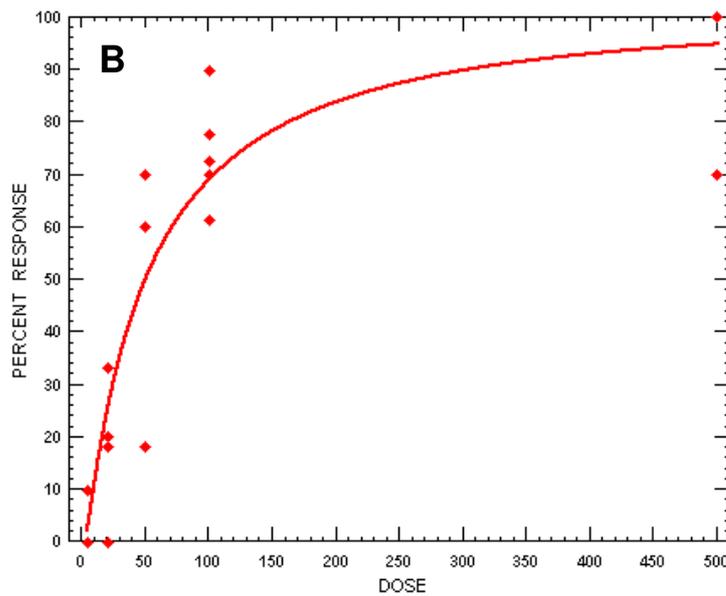


chi-square: 0.000 degrees of freedom: 33 heterogeneity: 0.000

**Abb. A36: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem S-Rapsfeld bei Sagerheide (13.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Reldan (Dosierung in % FAW)**

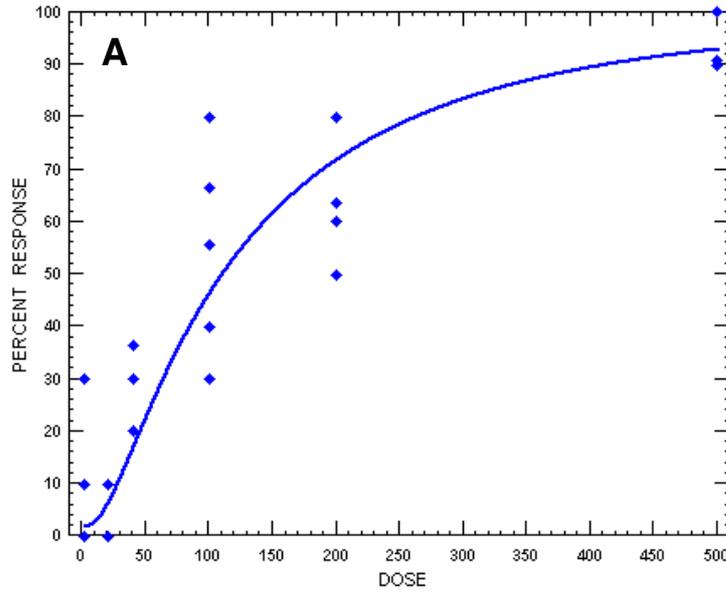


chi-square: 32.205 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.4002

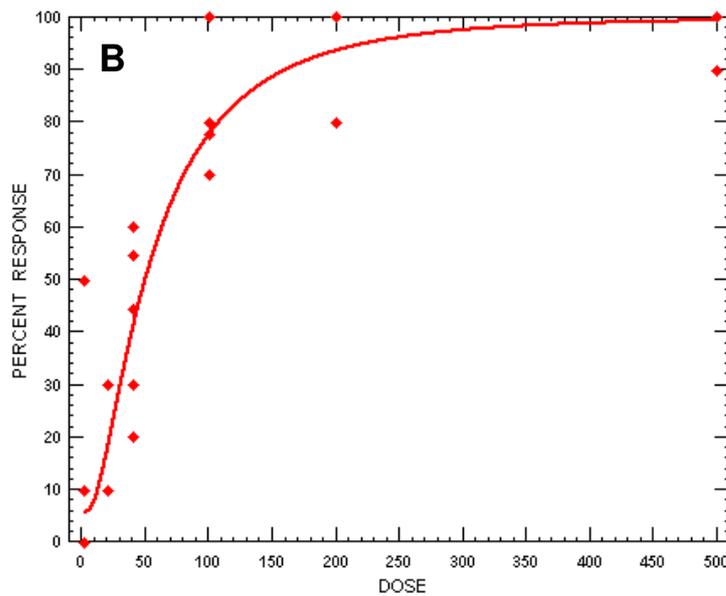


chi-square: 32.906 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.4307

**Abb. A37: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer von *Philadelphus coronarius* (Falscher Jasmin) bei Sagerheide (13.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

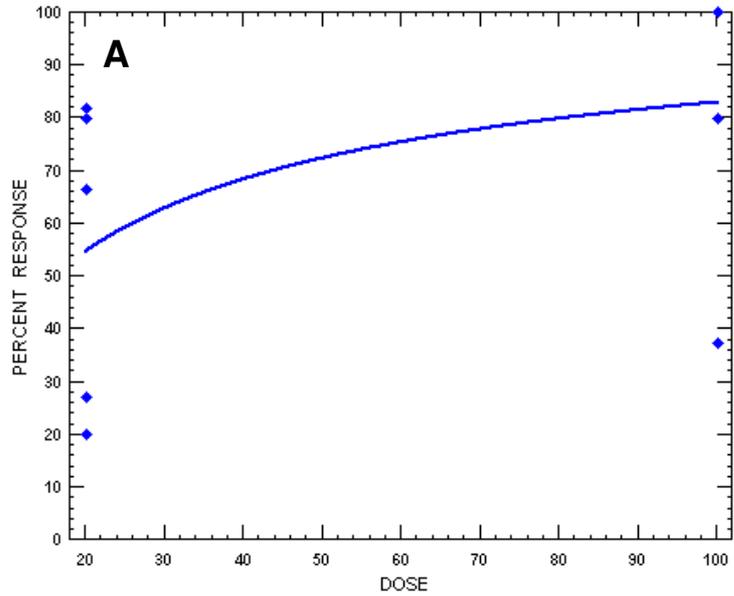


chi-square: 35.775 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.2777

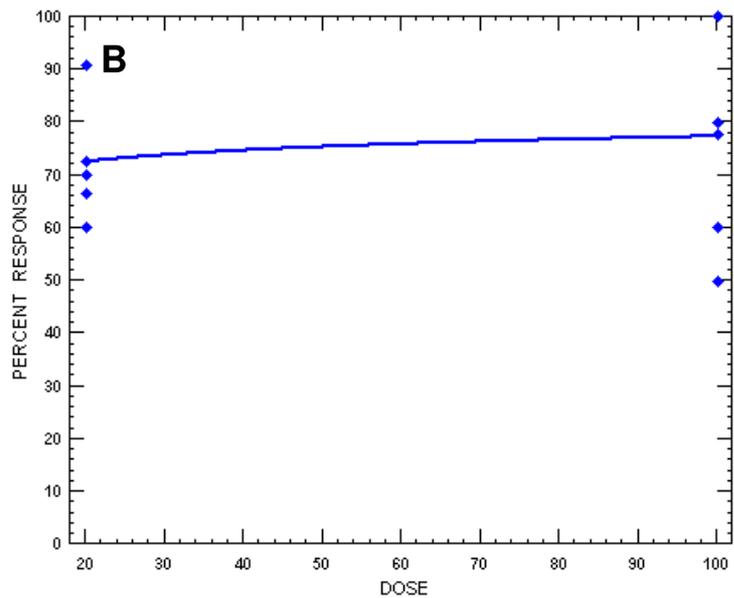


chi-square: 55.739 degrees of freedom: 28 heterogeneity: 1.9907

**Abb. A38: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer von einer Linde am Rand des Waldes bei Sagerheide (26.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen I-Cyhalothrin (Dosierung in % FAW)**

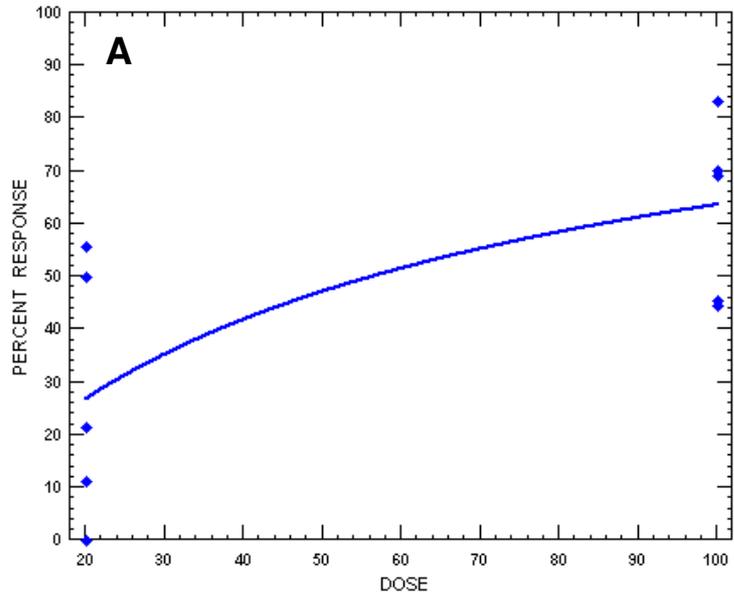


chi-square: 31.578 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 3.9473

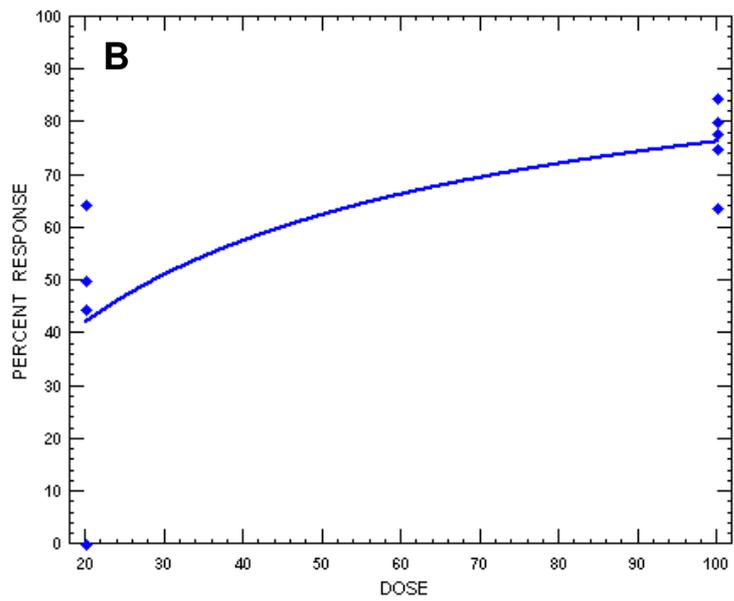


chi-square: 12.704 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 1.5881

**Abb. A39: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Söllitz (17.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

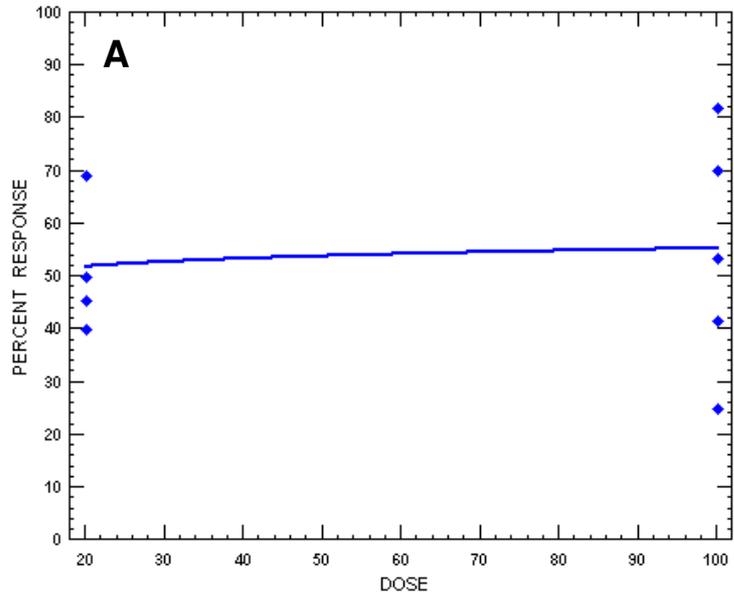


chi-square: 16.866 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 2.1083

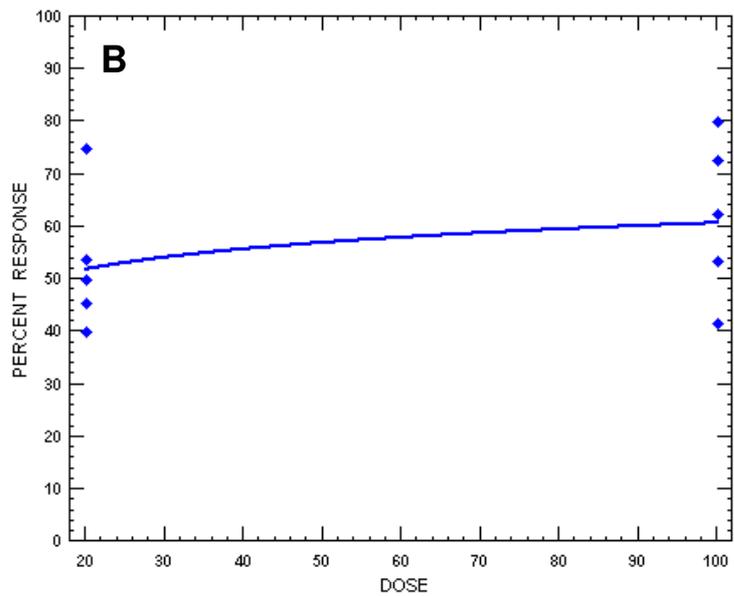


chi-square: 11.953 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 1.4941

**Abb. A40: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Jeding (17.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

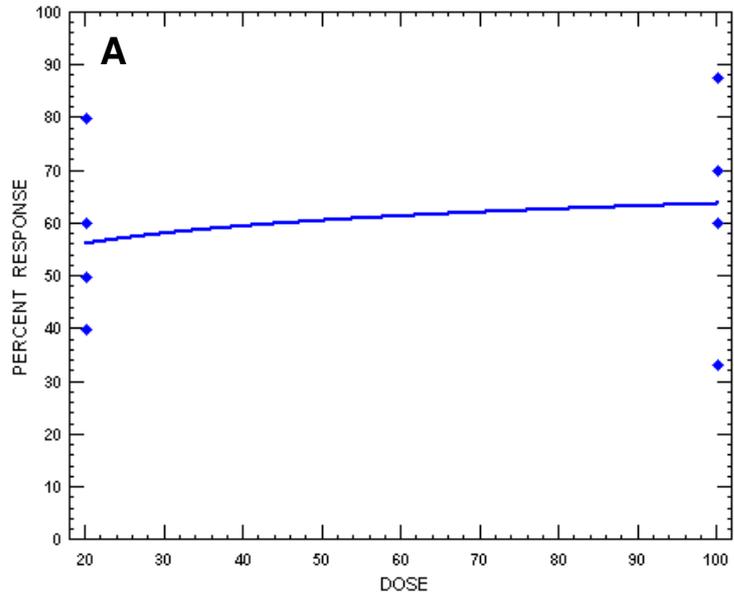


chi-square: 10.243    degrees of freedom: 8    heterogeneity: 1.2804

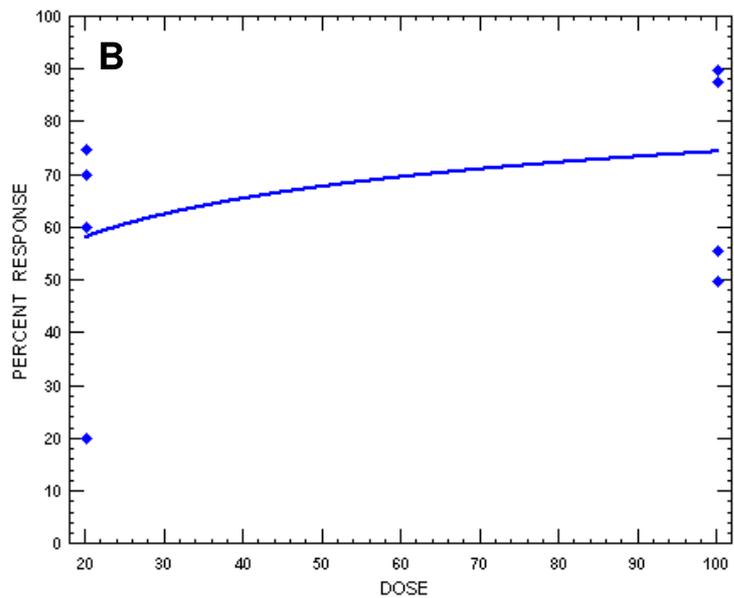


chi-square: 6.898    degrees of freedom: 8    heterogeneity: 0.862

**Abb. A41: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Naabsieghofen (17.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

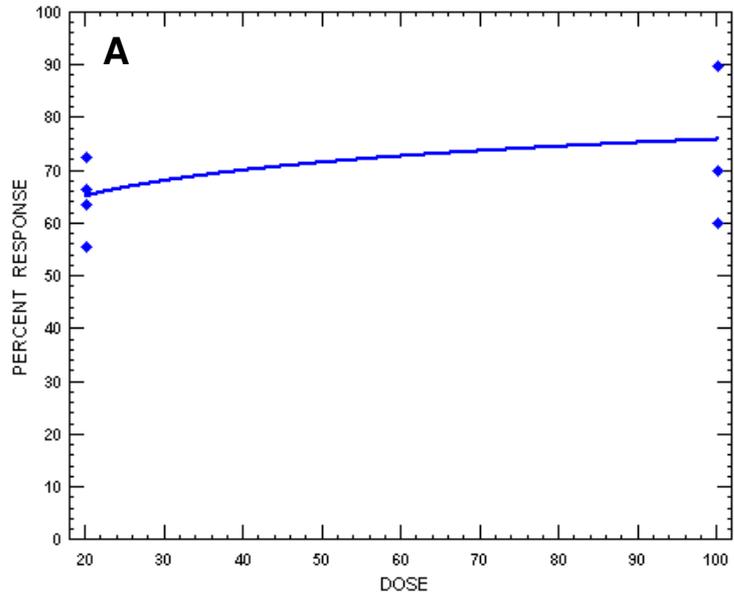


chi-square: 9.6682 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 1.2085

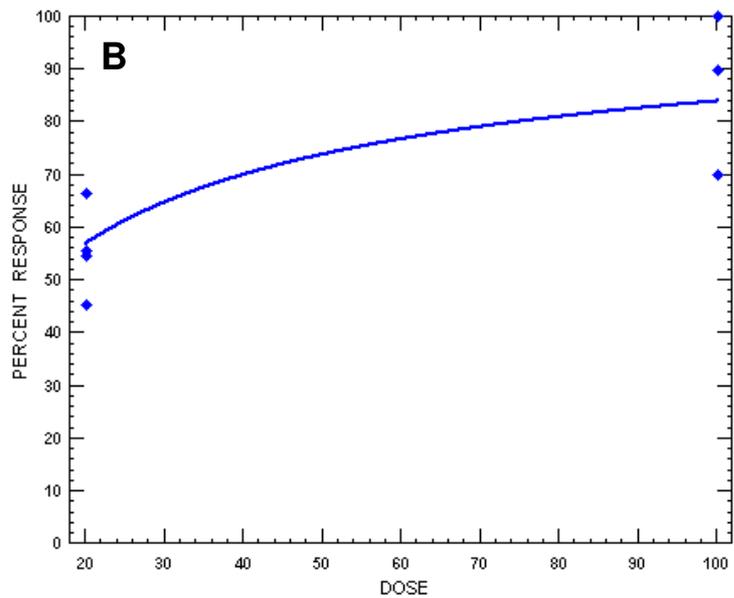


chi-square: 16.186 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 2.0232

**Abb. A42: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem Rapsfeld bei Fensterbach (17.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

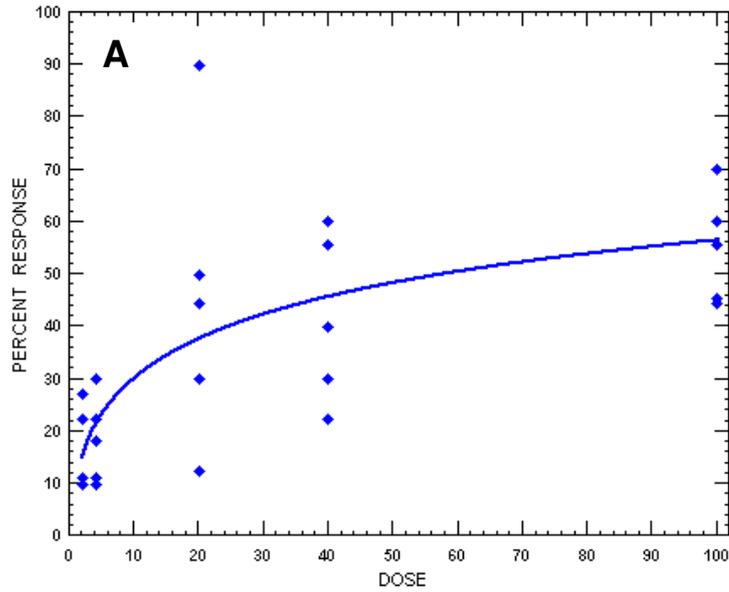


chi-square: 4.621 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 0.578

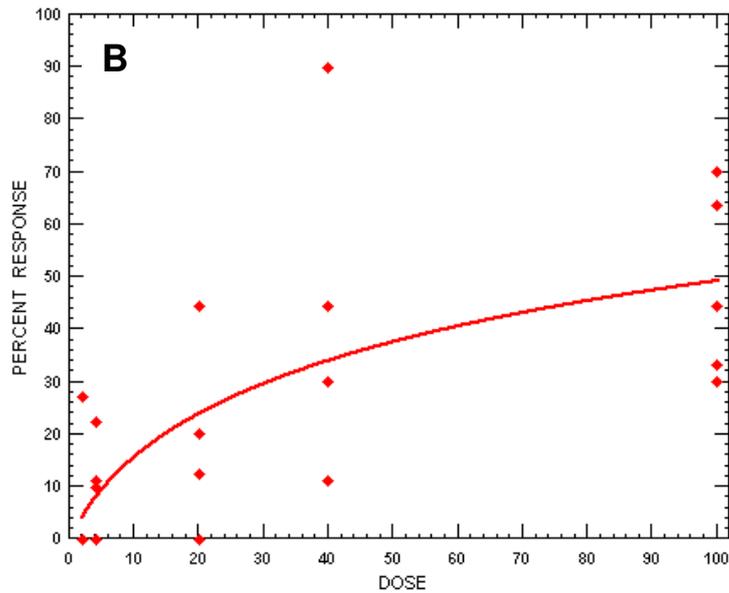


chi-square: 6.677 degrees of freedom: 8 heterogeneity: 0.835

**Abb. A43: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglankkäfer aus einem zweiten Rapsfeld bei Fensterbach (17.04.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

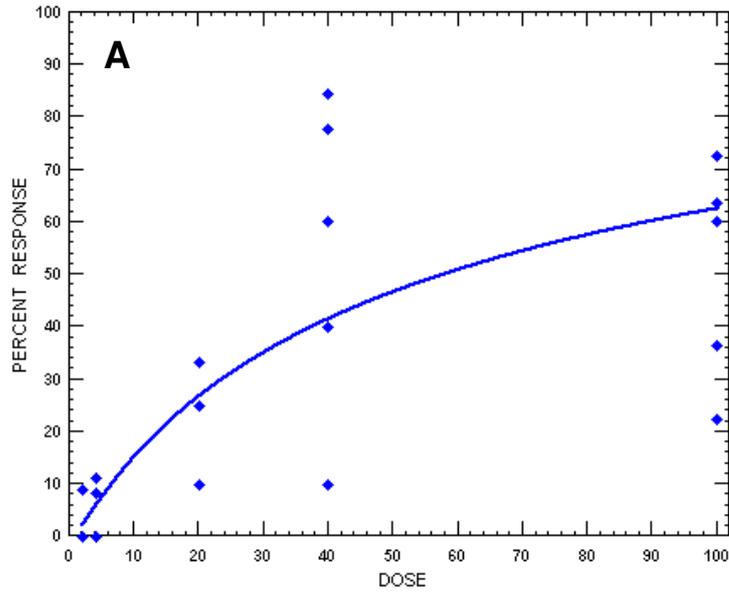


chi-square: 24.866 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.0811

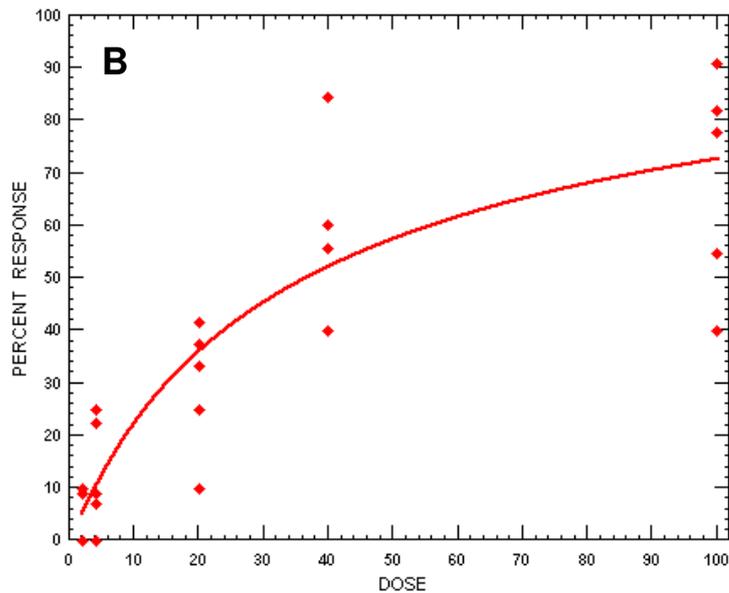


chi-square: 49.911 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 2.1700

**Abb. A44: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus dem W-Rapsfeld 120 km südlich von Fischbach (18.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen *Biscaya* im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

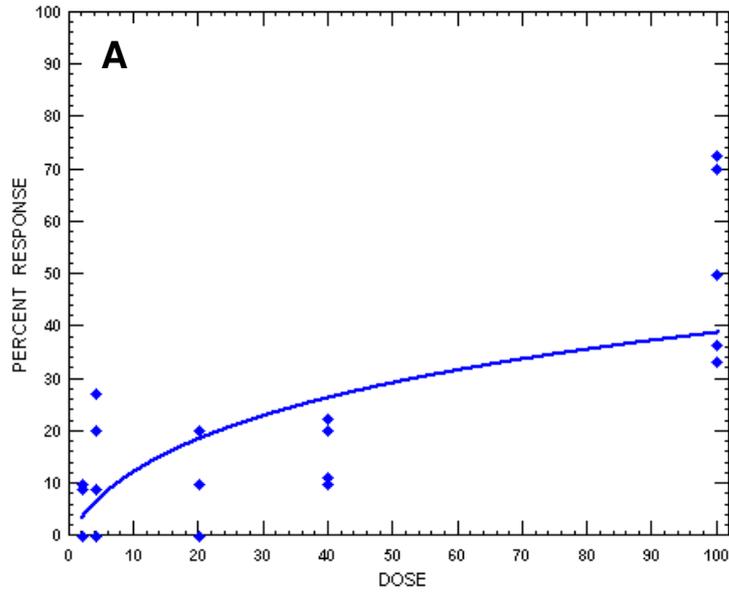


chi-square: 38.163 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.6593

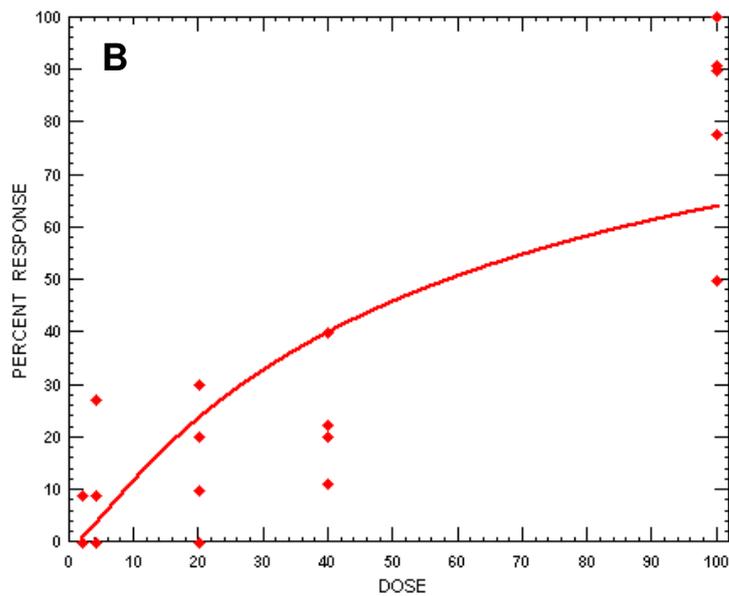


chi-square: 27.869 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.2117

**Abb. A45: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem S-Rapsfeld 150 km südlich von Fischbach (19.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen *Biscaya* im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

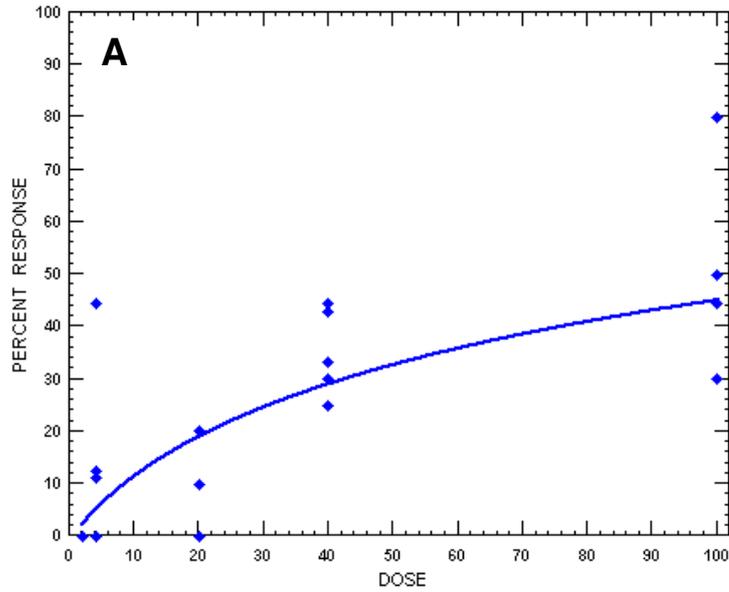


chi-square: 35.737 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.5538

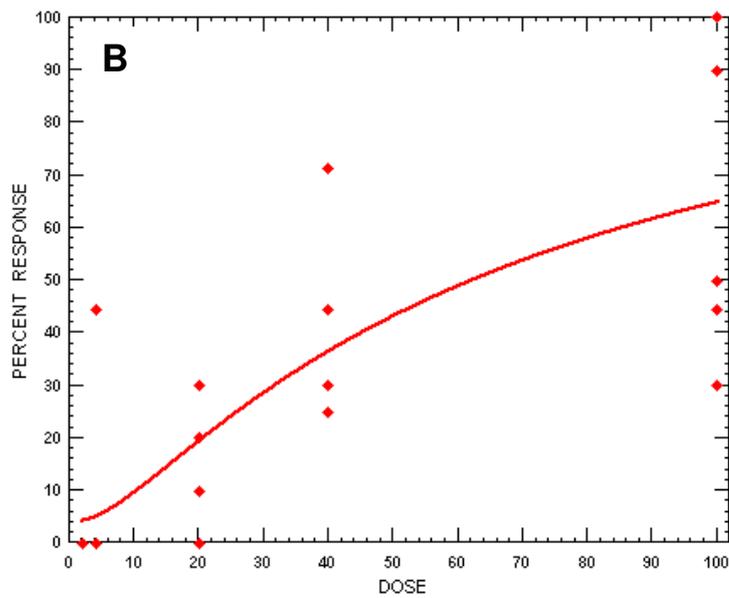


chi-square: 59.396 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 2.5825

**Abb. A46: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem W-Rapsfeld bei Kösterbeck (26.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**

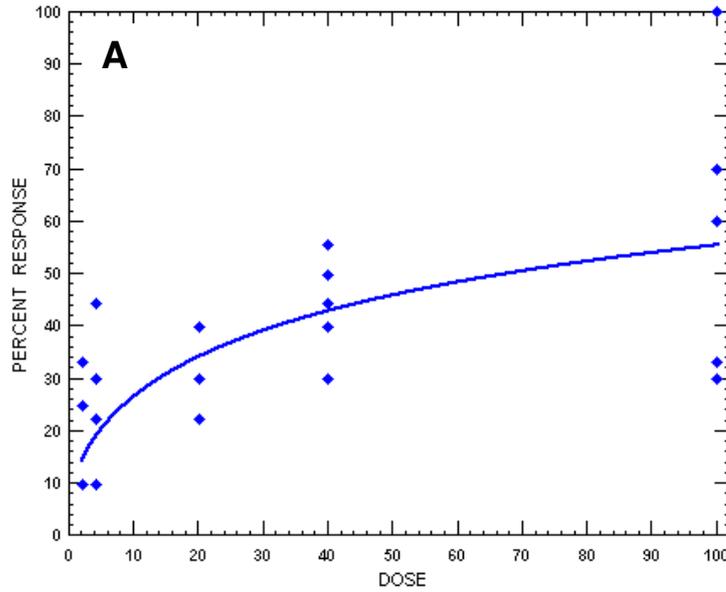


chi-square: 46.187 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 2.0081

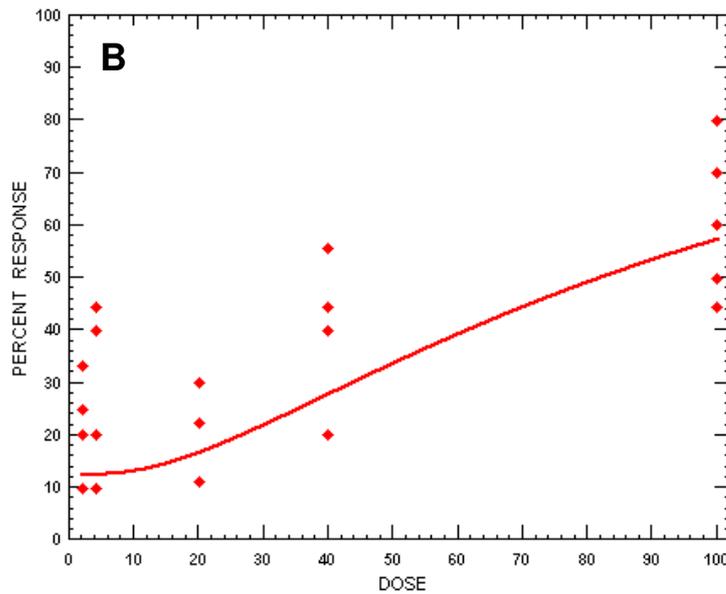


chi-square: 64.070 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 2.7857

**Abb. A47: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem W-Rapsfeld bei Sagerheide (26.06.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**



chi-square: 25.638 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 1.1147



chi-square: 22.230 degrees of freedom: 23 heterogeneity: 0.967

**Abb. A48: Dosis-Wirkungskurve der Rapsglanzkäfer aus einem S-Rapsfeld von Sagerheide (02.07.) nach 5h (A) und 24h (B) Exposition gegen Biscaya im Blütentest (Dosierung in % FAW)**