

# Pflanzen

## Risiken für nützliche Arthropoden durch Pflanzenschutzmittel

Otto Daniel, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-8820 Wädenswil  
 Auskünfte: Otto Daniel, E-Mail: otto.daniel@acw.admin.ch, Tel. +41 44 783 6268

### Zusammenfassung

**Nützliche Arthropoden fressen oder parasitieren Schädlinge, und helfen dadurch die landwirtschaftlichen Kulturen vor Schädlingen zu schützen. Diese Dienstleistung wollen wir erhalten, indem wir Pflanzenschutzmittel verwenden, welche die nützlichen Arthropoden nicht gefährden. Die PSM-Industrie muss die nötigen Studien durchführen und bei einem Bewilligungsgesuch einreichen. Der Artikel gibt einen Überblick über die getesteten Arten von nützlichen Arthropoden, die verschiedenen Komplexitätsgrade der Studien, die Vor- und Nachteile der Risikoabschätzung nach ESCORT I und II und ein neues Vorgehen zur Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs- und Höchstdosis-Studien für die Risikoabschätzung.**

Pflanzen haben viele «Feinde», weil ihre Biomasse eine geeignete Nahrung für andere Lebewesen ist. Gegen die «angreifenden» Bakterien, Pilze und herbivoren Tiere haben die Pflanzen zwar Abwehrstrategien wie sekundäre Pflanzenstoffe und Dornen entwickelt, der Schutz ist aber oft unvollständig. Bei den landwirtschaftlich genutzten Pflanzen, den Kulturpflanzen, bezeichnen wir herbivore Arthropoden als Schädlinge. Die Bekämpfung der Schädlinge ist wichtig, weil wir hohe Anforderungen an die Erzeugnisse solcher Kulturen stellen, und durch die besonderen Anbaubedingungen (Monokulturen) bedingt, die Schäden sich rasch ausbreiten können.

### Dienstleistungen der Nützlinge

Räuber oder Parasitoiden sind natürliche Gegenspieler der Schädlinge, da sie diese töten. Da die Aktivität solcher natürlicher Gegenspieler uns nützt und eine Dienstleistung der Natur ist, werden diese Gegenspieler als nützliche Arthropoden oder Nützlinge bezeichnet. Ein Beispiel ist der Marienkäfer *Rodolia cardinalis*, der im Jahr 1888 in Kalifornien gegen die Wollschildlaus (*Icerya purchasi*) eingesetzt wurde. Der Schädling, der aus Australien eingeschleppt worden war und die kalifornische Zitrusproduktion praktisch zum Erliegen gebracht hatte, konnte durch den Nützling

unter Kontrolle gehalten werden. Beim Einsatz von Insektiziden (DDT, Organophosphate, Carbamate) zeigte es sich, dass diese Insektizide wirksam waren gegen Schädlinge, aber auch toxisch gegenüber dem Marienkäfer, und dass dadurch Massenvermehrungen der Wollschildlaus auftreten können (Grafton-Cardwell und Gu 2003).

In einer nachhaltigen Landwirtschaft versuchen wir, die Vielfalt und Anzahl der nützlichen Arthropoden durch die Gestaltung der Anbausysteme und die Wahl «nützlingsschonender» Pflanzenschutzmittel (PSM) zu fördern. Um die nützlichen Arthropoden zu schonen müssen die Risiken der PSM abgeklärt werden. Die PSM-Industrie führt experimentelle Studien mit mehreren Arten von nützlichen Arthropoden durch, und reicht diese bei den Zulassungsbehörden bei einem Gesuch um eine PSM-Bewilligung ein. Bis vor wenigen Jahren erfolgten an den schweizerischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten oft auch eigene, ergänzende Studien. Insgesamt liegen bei der Beurteilungsstelle Ökotoxikologie über 2000 Studien vor. Die Beurteilungskonzepte für die Risikoabschätzung sind in den letzten 20 Jahren entwickelt worden, haben sich aber kontinuierlich verändert. Daher bestehen zur Zeit bei Industrie und Behörden Unsicherheiten bezüglich des adäquaten Vorgehens zur Beurteilung dieser Studien.

Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über Lebensräu-

Abb. 1. In der Schweiz relevante nützliche Arthropoden in verschiedenen Kulturen. Zusammengestellt durch C. Baroffio, R. Baur, S. Breitenmoser, H. Höhn (Agroscope ACW).

Nützliche Arthropoden	Feldbau							Spezialkulturen			
	Getreide	Mais	Raps	Zuckerrüben	Kartoffeln	Erbsen (Ackerbohnen)	Sonnenblumen	Beeren	Obst	Reben	Gemüse
Raubmilben ( <i>Typhlodromus pyri</i> )								x	xx	xx	x
Spinnen ( <i>Araneae</i> )	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	xx	x
Makrohympenopteren ( <i>Ichneumoniden, Braconiden</i> )	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx		xx	xx	x
Mikrohymenopteren ( <i>Chalcididen, Trichogramma</i> )	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	xx	x
Netzflügler ( <i>Chrysopidae</i> )	x	x			x			x	x	xx	x
Raubwanzen (Blumenwanzen, Sichelwanzen)	x	x	x	x	x	x	x	x	xx	x	x
Marienkäfer ( <i>Coccinellidae</i> )	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	x	x
Laufkäfer ( <i>Carabidae</i> )	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x			x
Kurzflügler ( <i>Staphylinidae</i> )	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Schwebfliegen ( <i>Syrphidae</i> )	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx		x

xx wichtiger Nützling  
 x häufig auftretender Nützling

me und Ökologie der nützlichen Arthropoden, über die Methoden zur Bestimmung der Empfindlichkeit der Nützlinge gegenüber den PSM, die Konzepte zur Beurteilung der Risiken, sowie ein Vorgehen zur Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs- und Höchstdosis-Studien für die Risikoabschätzung.

### Lebensräume und Ökologie der Nützlinge

Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind oft monoton strukturiert und mit einer dominanten Kulturpflanze bepflanzt. Jede Pflanzenart generiert andere Umweltbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Licht) und unterscheidet sich bezüglich ihren Eigenschaften als Nahrungsressource für Schädlinge. Da die nützlichen Arthropoden sich unter anderem von den Schädlingen ernähren, werden schlussendlich auch sie beeinflusst. Es wird generell unterschieden zwischen den blatt- und den bodenbewohnenden nützlichen Arthropoden (wobei diese im, auf oder unmittelbar über dem Boden leben).

Auch die Bestandesdauer der angepflanzten Kulturen beeinflusst die Populationen der nützlichen Arthropoden. Im Gemüse- und Feldbaubau, wo Bodenbearbeitung und Neubepflanzung ein bis mehrere Male pro Jahr erfolgen, leben primär Arthropoden, die schnell neue Habitate kolonisieren können und sich schnell und zahlreich vermehren. Reben und Obstbäume werden für mehrere Jahrzehnte angepflanzt und bilden einen Lebensraum, der sich vorhersagbar saisonal verändert, aber langfristig stabil ist. Hier leben auch Arthropoden, die weniger mobil sind und sich nur langsam vermehren.

Bodenbearbeitung und Neubepflanzungen bedeuten eine «Störung», von der sich die Arthropoden wieder erholen müssen.

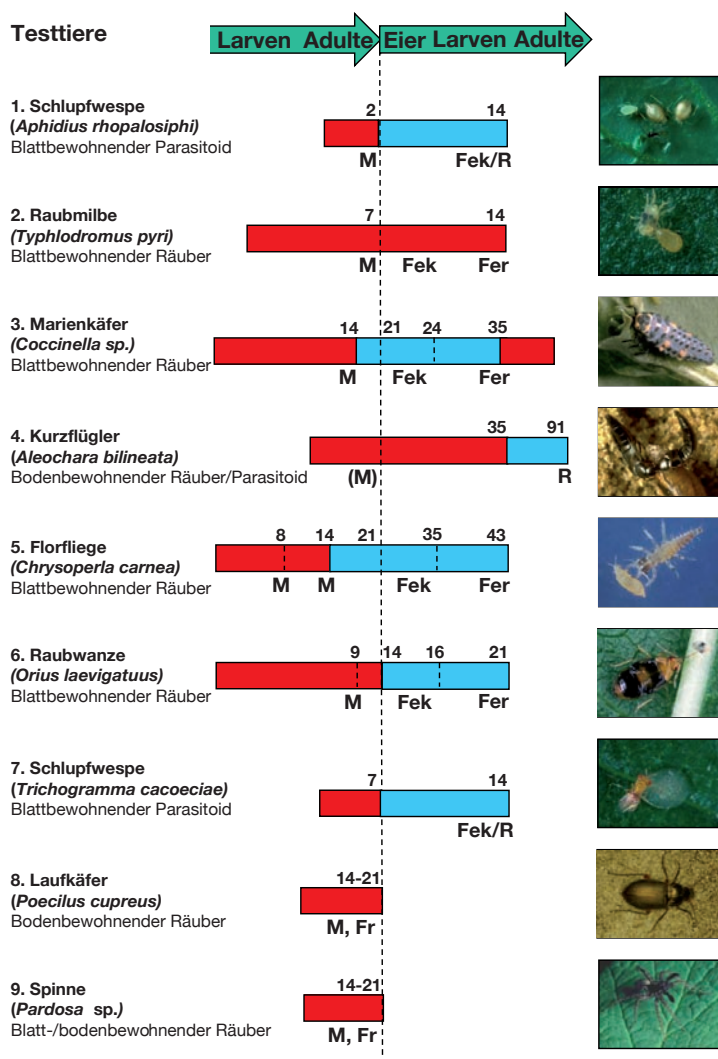


Abb. 2. Nützliche Arthropoden, welche häufig in ökotoxikologischen Tests untersucht werden (Candolfi et al. 2000). Balken: rot = Exposition mit PSM; blau: in unkontaminierte Umgebung; Zahlen: Testdauer in Tagen; Text: gemessene Parameter (M = Mortalität; R = Reproduktion; Fek = Fekundität, Fr = Fressrate). Fotos: 1: *Aphidius* sp. mit mumifizierten Blattläusen, 2: *Typhlodromus pyri* frisst Milbe, 3: Larve von *Coccinella septempunctata*, 4: *Aleochara bilineata*, 5: Florfliege frisst Thrips, 6: Raubwanze *Orius minutus*, 7: *Trichogramma cacoeciae*, 8: *Poecilus cupreus*, 9: *Pardosa* sp. (Fotos: H.-U. Höpli: 1, 2, 5, 6, 7, 9; M. Waldburger: 3, 4; U. Heimbach: 8).

Feldrand-Habitate spielen dabei eine Rolle, weil die Vegetation dort nützliche Arthropoden beherbergen kann, die nach einer Störung wieder in das landwirtschaftlich genutzte Gebiet einwandern können (Boller et al. 2004). In den Kulturen der Schweiz gelten die in Abbildung 1 dargestellten nützlichen Arthropoden als wichtig oder häufig auftretend.

### Empfindlichkeit der Nützlinge gegenüber PSM

Die nützlichen Arthropoden gehören zu verschiedenen Ordnungen und Familien, verfolgen unterschiedliche ökologische Strategien und sind auch unterschiedlich empfindlich. Deshalb werden verschiedene Arten von nützlichen Arthropoden bezüglich ihrer Empfindlichkeit ge-

genüber PSM getestet (Abb. 2). Die wichtigsten Testorganismen sind Schlupfwespen (*Aphidius rhopalosiph* und *Trichogramma cacoeciae*), Raubmilben (*Typhlodromus pyri*), Kurzflügler (*Aleochara bilineata*), Florfliegen (*Chrysoperla carnea*), Marienkäfer (*Coccinella septempunctata*), Spinnen (*Pardosa* sp.), Raubwanzen (*Orius laevigatus*) und Laufkäfer (*Poecilus cupreus*) (Candolfi et al. 2000).

Da die meisten dieser Arthropoden einen kurzen Lebenszyklus haben, ist es relativ einfach, die Tiere in genügenden Mengen im Labor zu züchten. Je nach Arthropodenart werden verschiedene Entwicklungsstadien (Eier, Larven, Puppen, Adulte) und verschiedene Parameter (Mortalität, Fekundi-

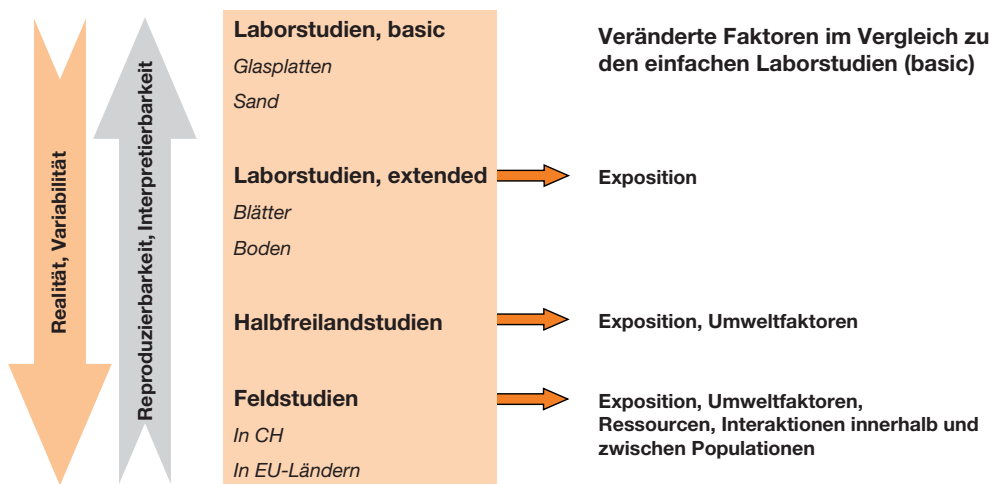


Abb. 3. Variabilität, Reproduzierbarkeit und beeinflussende Faktoren von Studien mit unterschiedlicher Komplexität.

tät, Fertilität, Nahrungsaufnahme) untersucht (Abb. 2).

Die Laborstudien werden in Testsystemen mit einem einfachen Substrat (Glasplatten oder Sand) (Labor, basic), oder auf komplexeren Oberflächen (Blätter, Boden) (Labor, extended), durchgeführt. Die PSM werden in speziellen Spritzkabinen kontrolliert aufgetragen.

Feldstudien dienen der Verifizierung der Laborergebnisse und geben Hinweise auf die mögliche Erholung nach einer Schädigung. Die Durchführung erfolgt unter praxisrelevanten Bedingungen und mit den natürlich vorkommenden nützlichen Arthropoden. Die Realitätsnähe, aber auch die Variabilität der Ergebnisse wird mit zunehmender Komplexität der Tests grösser; die Reproduzierbarkeit jedoch kleiner und die Interpretation schwieriger, weil zusätzliche Faktoren den Test beeinflussen (Abb. 3).

### Risikobeurteilung nach ESCORT I

In den 90er Jahren wurden im ersten workshop «European Standard Characteristics of beneficials Regulatory Testing» (ESCORT I) festgelegt wie die Toxizitätsdaten für eine Risikobeurteilung und ein Risikomanagement beurteilt werden sollen (Barrett *et al.* 1994).

Ausgehend von der Mortalität und Reproduktion im Labor wird ein E-Wert berechnet, der prospektiv die «Reduktion der nützlichen Kapazität» im Feld abzuschätzen versucht (Abb. 4). Die empfohlenen Teststraten entsprechen normalerweise der höchsten vorgesehenen Applikationsrate im Feld (Höchstdosis-Studien). Untersucht werden immer die Arten *A. rhopalosiphum* und *T. pyri* und zwei weitere kulturelevante Arten.

Vorgehen und Bewertung in ESCORT I erfolgen gestuft. Wenn bei einem der Testorganismen der

E-Wert in den einfachen Laborstudien  $\geq 30\%$  beträgt, müssen vertiefende (extended) Laborstudien oder andere spezifische Studien durchgeführt werden. Für die Feldstudien basieren die E-Werte auf den Effekten auf die Abundanz der nützlichen Arthropoden und sind ein direkteres Mass für die «Reduktion der nützlichen Kapazität» als Mortalität und Reproduktion aus den Laborstudien. Die Interpretation der E-Werte aus Feldversuchen ist komplexer, weil PSM-bedingte Mortalität und Verminderung der Reproduktion nicht getrennt erfasst werden können, nützliche Arthropoden auch aus Mangel an Beutetieren verhungern, und die behandelte Fläche via Feldrand rekolonisiert oder verlassen werden kann.

Die Klassierung der Risiken von PSM erfolgt, je nach Ausmass der Reduktion der «nützlichen Kapazität» und Art der Studie, mit den Kategorien «vernachlässigbar», «klein», «mittel» und «gross» (Tab. 1) (Hassan 1994).

### Risikobeurteilung nach ESCORT II

Im ESCORT II workshop im Jahr 2000 wurde die Methodik der Risikobeurteilung weiterentwickelt (Candolfi *et al.* 2001). Der Schlüsselparameter in diesem Konzept ist der Gefahrenquotient HQ (Hazard Quotient).

Für die Berechnung des HQ vergleicht man die Applikationsrate des PSM (AR) mit der LR50 (Letale Rate für 50 % der untersuchten Testtiere). Für die Bestimmung der LR50 werden einfache Laborstudien (basic) mit einer Reihe von Teststraten durchgeführt (Dosis/Wirkungs-Studien). Diese einfachen Laborstudien werden nur mit *A. rhopalosiphum* und *T. pyri* durchgeführt. Die grosse Empfindlichkeit der zwei Arten im Vergleich mit anderen nützlichen Arthropoden (Vogt, 2000) erlaubt es, sie als Stellvertreter anzusehen. Um die Exposition zu berechnen

$$E = 100\% - \left[ \underbrace{[(100\% - M) * R]}_{\substack{\text{Überlebende} \quad \text{Nachkommen} \\ \text{«nützliche Kapazität»}}} \right]$$

Reduktion der «nützlichen Kapazität»

$$M = \frac{[(M_t - M_c) / (100 - M_c)] * 100}{R} \quad (\text{korrigierte Mortalität}),$$

$$R = R_t / R_c$$

Mt: % Mortalität Behandlung; Mc: % Mortalität Kontrolle  
Rt: Nachkommen pro Weibchen Behandlung; Rc: Nachkommen pro Weibchen Kontrolle

Abb. 4. Berechnung der Reduktion der «nützlichen Kapazität» (E-Wert) mit Labor-daten.

**Tab. 1. Klassierung der Risiken von PSM für nützliche Arthropoden mittels E-Werten (Hassan 1994)**

Labor, basic	Labor, extended oder Halbfreiland	Feldstudien*	Risiko
< 30	< 25	< 25	vernachlässigbar
30 – 79	25 – 50	25 – 50	klein
80 – 98	51 – 75	51 – 75	mittel
> 99	> 75	> 75	gross

\* E-Wert basiert auf den im Feld bestimmten Effekten auf die Abundanzen.

müssen Applikationsrate des PSM und bei Mehrfachapplikationen ein «Multipler Applikationsfaktor» bekannt sein. Für den Feldrand spielt auch die Drift aus dem behandelten Feld heraus und die Verteilung des PSM auf der Vegetation am Feldrand eine Rolle. Der Sicherheitsfaktor soll berücksichtigen, dass die Relevanz der im Labor untersuchten Arten als Stellvertreter für alle Arthropoden unsicher ist.

$$HQ = (AR * MAF * (dr/vdf)) / LR50 * SF$$

HQ: Gefahrenquotient (hazard quotient)

AR: Applikationsrate [kg Wirkstoff/ha]

MAF: Multipler Applikationsfaktor ( $MAF = (1 - e^{-n \cdot k \cdot i}) / (e^{-n \cdot k \cdot i})$ )

n = Anzahl Applikationen, i = Intervall [d];  $k = \ln 2 / DT50$

dr: Driftrate (im Feld: dr = 1; Feldrand: Drifftabellen von Rautmann *et al.* 2001)

vdf: vegetation distribution factor (im Feld: vdf = 1; Feldrand: vdf = 10);

LR50: Testrate [kg Wirkstoff/

ha], bei der 50 % der untersuchten Arthropoden sterben

SF: Sicherheits Faktor (im Feld: SF = 1; Feldrand: SF = 10)

Vorgehen und Bewertung in ESCORT II erfolgen gestuft. Vertiefende Laborstudien werden i.d.R. nicht verwendet um HQ zu berechnen, weil diese eine grössere Variabilität als die einfachen Studien (basic) haben. Da die LR50 der zwei untersuchten Arten sich auf einen Wirkstoff bezieht, können basierend auf wenigen Laborstudien für viele verschiedene PSM die HQ berechnet werden. Ein  $HQ < 2$  gilt als Indikator, dass ein PSM in der beurteilten Anwendung für alle nützlichen Arthropoden unbedenklich ist. Das Verfahren der HQ lässt sich bei speziellen Wirkungsweisen (Insekten Wachstumsregulatoren) und Anwendungen (Saatbeizmittel, Granulate) nicht anwenden.

Vertiefende Laborstudien (extended) oder andere Studien sind nötig, wenn der  $HQ \geq 2$  ist (Tab. 2). Erst auf dieser Stufe wird auch die Reproduktion der Arthropoden für die Beurteilung be-

rücksichtigt. Ist bei vertiefenden Laborstudien (extended) die Mortalität oder die Reduktion der Reproduktion  $\geq 50\%$  im Vergleich zu unbehandelten Kontrollversuchen, sind weitere vertiefende Studien nötig, u.a. auch Feldversuche, in welchen primär die Erholung einer geschädigten Population in der für die Anwendung relevanten Kultur untersucht wird. Für die Beurteilung von Feldstudien gibt es keine genauen Kriterien, sondern der Experte muss sie mit seinem Fachwissen beurteilen. Wenn die verfügbaren Studien nicht aufzeigen, dass ein PSM für die nützlichen Arthropoden unbedenklich ist, wird das PSM als nützlingsgefährdend eingestuft.

### Bewertung der Konzepte und der Laborstudien

Die beiden Konzepte unterscheiden sich stark bezüglich der Kriterien, mit denen einfache Laborstudien (basic) beurteilt werden. Bei ESCORT I sind Studien mit zwei Standardspezies und zwei weiteren Arten nötig, welche für die Anwendung repräsentativ sind. Falls das PSM im Labortest harmlos ist, d.h. der E-Wert  $< 30\%$  ist (Abb. 5), müssen keine weiteren Studien durchgeführt werden. Um einen E-Wert von  $< 30\%$  zu erreichen, müsste beispielsweise bei einer Mortalität  $< 30\%$  die Reproduktion  $100\%$  betragen. Auch Zwischenvarianten wie Mortalität  $< 16\%$  und Reproduktion  $> 84\%$  sind möglich.

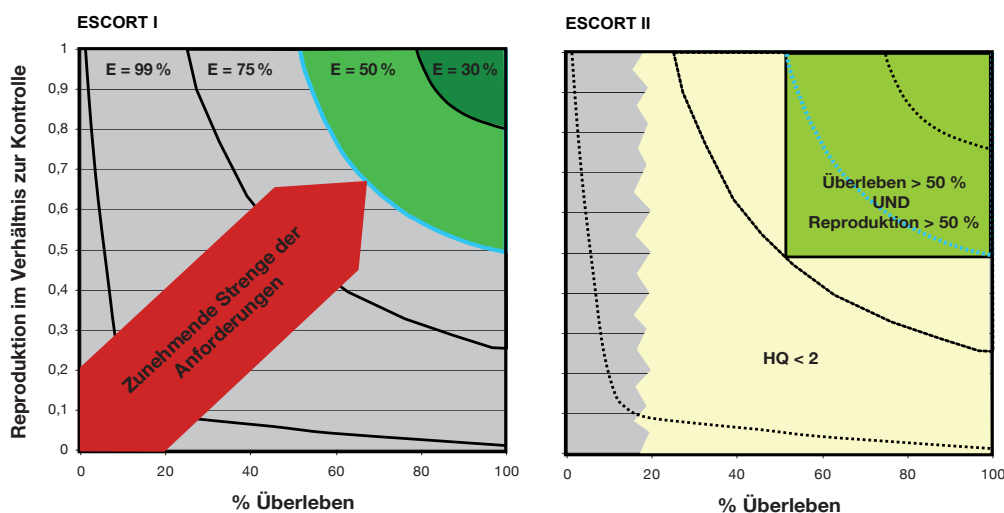
Anders ist es bei ESCORT II: dort sind nur einfache Laborstudien mit zwei Standard-Arten nötig und weitere Studien erfolgen nur, wenn der  $HQ \geq 2$  ist.

Dadurch müssen nur in kritischen Fällen vertiefende Studien durchgeführt werden und die Anzahl der nötigen Laborstudien wird reduziert. Ein HQ von zwei bedeutet, dass die Applikationsrate des PSM zwei mal so hoch

**Tab. 2. Vereinfachte Entscheidungskriterien für die Beurteilung der nützlichen Arthropoden nach ESCORT II**

Parameter	Labor, basic genügt, wenn	Labor, extended, zusätzliche Arten genügen, wenn	Feldstudien
Mortalität	$HQ < 2$	$< 50\%$	Expertenwissen
Reduktion Reproduktion	-	$< 50\%$	Expertenwissen





**Abb. 5. Anforderungen an Überleben und Reproduktion bei den Tests bezogen auf eine fixe Applikationsrate. Die Grösse der gelben und grünen Flächen zeigt die Grösse des akzeptablen Risikos an; dunkelgrün: < 30 % (ESCORT I); grün: E < 50 % (Kriterium für Höchstdosis-Studien); hellgrün: Überleben und Reproduktion > 50 % (ESCORT II, extended); gelb: HQ < 2 (ESCORT II, basic) (Verlauf der gewellten Linie hängt von der Steilheit der Dosis/Wirkungskurve ab).**

wie die LR50 ist. Die Reproduktion wird nicht berücksichtigt. Subletale Effekte sind jedoch nicht unbedingt proportional zu akuten Effekten und können die Entwicklung von Populationen sehr stark beeinflussen (Desneux *et al.* 2007). ESCORT II ist bei der Risikobeurteilung der einfachen Laborstudien viel weniger «streng» als ESCORT I (Abb. 5; gelber vs. dunkelgrüner Bereich). Candolfi *et al.* (2001) gehen aber davon aus, dass ESCORT II dennoch einen genügend grossen Schutz für die nützlichen Arthropoden garantiert.

Konnte mit den einfachen Laborstudien die Unbedenklichkeit nicht gezeigt werden, sind vertiefte Studien nötig. Auch bei diesen Studien bestehen grosse Unterschiede zwischen den Konzepten. Nach ESCORT I soll in vertiefenden Laborstudien (extended) weiter untersucht werden, welche PSM harmlos sind (E-Wert < 25 %). Wegen diesem strengen Kriterium können viele

PSM erst anhand von Halfreiland- und Freilandstudien bezüglich ihrer Nützlingsgefährdung definitiv eingeschätzt werden.

Bei ESCORT II hingegen genügen die Laborstudien auf realistischem Substrat (extended), wenn sowohl das Überleben als auch Reproduktion zu weniger als 50 % reduziert werden (Abb. 5). Dies bedeutet, dass auch bei den vertiefenden Laborstudien ESCORT II weniger «streng» als ESCORT I ist. Auch hier gehen Candolfi *et al.* (2001) davon aus, dass ESCORT II einen genügend grossen Schutz für die nützlichen Arthropoden garantiert.

Sowohl ESCORT I als auch ESCORT II können nicht alle wichtigen Aspekte der Risikoabschätzung abdecken. Einige der wichtigsten Defizite der Konzepte sind:

■ Die HQ beschränken sich auf die Mortalität; Insektenwachstumsregulatoren, Granulate und

behandeltes Saatgut müssen speziell und zum Teil mit anderen Testorganismen beurteilt werden.

■ Die E-Werte beziehen sich auf die maximale Applikationsrate eines PSM-Produktes. Die Möglichkeit der Extrapolation auf andere Anwendungen ist klein, da über einzelne PSM-Wirkstoffe, sowie höhere oder tiefere Applikationsraten oft keine Aussagen gemacht werden können.

■ Mit beiden Konzepten ist eine Beurteilung der Risiken für die Arthropoden ausserhalb der behandelten Felder schwierig. Zwar können die HQ für den Feldrand berechnet werden, aber die Expositionsabschätzung ist ungenau und es ist nicht sicher, ob die getesteten nützlichen Arthropoden für andere Arten ausserhalb der Felder repräsentativ sind.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens der PSM wurden in der Schweiz über 2000 Studien mit nützlichen Arthropoden eingereicht. Davon wurden nur etwa 1/8 als Dosis/Wirkungs-Studien durchgeführt, sodass meist keine LR50 angegeben werden kann. Um die vorhandenen Daten möglichst sinnvoll zu verwenden, haben wir ein eigenes Konzept erarbeitet, mit welchem wir beide Studientypen verwenden können.

Die Studien mit nur einer Testrate werden benutzt, wenn die maximale Applikationsrate der zu beurteilenden Anwendung nicht mehr als 20 % über der untersuchten Testrate liegt. Als Kriterium dafür, ob keine Nützlingsgefährdung besteht, gilt ein E-Wert < 50 % für einfache und vertiefende Laborstudien (Tab. 3) (Abb. 5). Bei den Dosis/Wirkungs-Studien verfahren wir nach dem oben erläuterten Verfahren nach ESCORT II (Tab. 3). Mit diesem Vorgehen werden die einfachen Laborstudien mit einer Testrate weniger

**Tab. 3. Entscheidungskriterien für die Beurteilung der nützlichen Arthropoden mit Höchstdosis- und Dosis/Wirkungs-Studien**

Testart	Labor, basic genügt, wenn	Labor, extended, zusätzliche Arten genügt, wenn	Feldstudien
Höchstdosis	E-Wert < 50 %	E-Wert < 50 %	Expertenwissen
Dosis/Wirkung	HQ < 2	Überleben > 50 % Reproduktion > 50 %	Expertenwissen

streng beurteilt als nach ESCORT I, aber strenger als nach ESCORT II. Bei allen anderen Studien (z.B. Halbfreiland, Freiland) erfolgt die Beurteilung basierend auf der Erfahrung der Experten.

Beide vorgestellten Konzepte zur Beurteilung der Risiken sind eine gute Basis für den Schutz der nützlichen Arthropoden und die Beratung der Praxis in den letzten 20 Jahren gewesen. Die so ausgewerteten Informationen helfen den Spezialisten die ÖLN-Tauglichkeit von Pflanzenschutzmitteln zu beurteilen, bei unklarer Risikolage weitere Abklärungen durchzuführen, und Beratungsunterlagen für die Praxis zusammenzustellen. Mit einem Wachsen der Ansprüche, vor allem auch bezüglich dem Schutz aller Arthropoden in Feldrand-Habitaten, müssen diese Konzepte jedoch in den nächsten Jahren überarbeitet werden.

### Literatur

- Barrett K. L., Grandy N., Harrison E. G., Hassan S. & Oomen P., 1994. Guidance document on regulatory testing procedures for pesticides with non-target arthropods. SETAC, pp 50.
- Boller E. F., Häni F. & Poehling H.-M., 2004. Ökologische Infra-

strukturen. Ideenbuch zur funktionalen Biodiversität auf Betriebsebene. Gemässigte Zonen Europas. LBL, Eschikon, pp. 211.

- Candolfi M. P., Blümel S., Forster R., Bakker F. M., Grimm C., Hassan S.A., Heimbach U., Mead-Briggs M. A., Reber B., Schmuck R. & Vogt H., 2000. Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. IOBC/WPRS, Gent, 1 58 pp.
- Candolfi M. P., Barrett P. J., Forster R., Grandy N., Huet M.-C., Lewis G., Oomen P. A., Schmuck R. & Vogt H., 2001. Guidance document on regulatory testing and risk assessment procedures for plant protection products with non-target arthropods. SETAC, Pensacola (USA), 46 pp.
- Desneux N., Decourtye A. & Delpeuch J.-M., 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Reviews of Entomology* **52**, 81-106.
- Grafton-Cardwell E. & Gu P., 2003. Conserving vedalia beetle, *Rodolia cardinalis* (mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), in citrus: A continuing challenge as new insecticides gain registration. *Journal of Economical Entomology* **95** (5), 1388-1398.
- Hassan S.A., 1994. Activities of the IOBC/wprs working group «pesticides and beneficial organisms». *IOBC wprs Bulletin* **17** (10), 1-5.

### Glossar

- Abundanz:** Anzahl von Individuen einer Art pro Flächen- oder Volumeneinheit.
- Applikationsrate:** Menge des angewendeten Wirkstoffes in einer Kultur in kg / ha.
- Dosis/Wirkungs-Studie:** Studie mit mehreren Testraten, die es erlaubt einen funktionellen Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung zu erkennen.
- Fekundität:** Von einem Weibchen abgelegte Anzahl Eier pro Zeiteinheit.
- Fertilität:** Anteil der Eier, aus denen ein Jungtier schlüpft.
- Parasitoid:** ein Tier, welches in seiner Entwicklung parasitisch lebt, und den Wirt zum Abschluss der Parasitierung tötet.
- Reproduktion:** Von einem Weibchen erzeugte lebende Jungtiere (ist abhängig von Eiablage und der Entwicklung der Eier zu einem Jungtier).
- Testrate:** Menge des Wirkstoffes auf der getesteten Oberfläche in kg / ha.
- Höchstdosis-Studie:** Studie mit einer Kontrolle und einer Testrate, die es erlaubt die Wirkung eines PSM im Vergleich zur Kontrolle zu erkennen.

- Rautmann D., Streloke M. & Winkler R., 2001. New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft **383**, 133-141.
- Vogt H., 2000. Sensitivity of non-target arthropod species to plant protection products according to laboratory results of the IOBC WG «pesticides and beneficial organisms». *IOBC/wprs Bulletin* **23** (9), 3-15.

### RÉSUMÉ

#### Risques des produits phytosanitaires pour les arthropodes utiles

Les arthropodes utiles tuent les arthropodes nuisibles par prédation ou parasitage. Ainsi, ils aident à protéger les cultures agricoles. Pour maintenir les prestations des écosystèmes, on doit appliquer des produits phytosanitaires qui n'endommagent pas les arthropodes utiles. L'industrie conduit des expériences pour mesurer la sensibilité des arthropodes utiles vis-à-vis de ces produits phytosanitaires et soumet ces études lors de leur homologation. L'article donne une vue d'ensemble sur les arthropodes utiles testés, les différents niveaux de complexité des expériences, les avantages et désavantages d'analyse des risques d'utilisation des produits phytosanitaires selon ESCORT I et II et une procédure pour l'utilisation des expériences dose-effet et dose-limite pour l'estimation des risques.

### SUMMARY

#### Risks of plant protection products for beneficial arthropods

Beneficial arthropods predate on pests or parasitize them, and help to protect agricultural crops from damage. To maintain these ecosystem services, plant protection products should be used which do not harm beneficial arthropods. The industry performs studies to test the sensitivity of beneficial arthropods towards plant protection products and submits these studies as part of the pesticide registration process. The article gives an overview on the beneficial arthropods tested, the different levels of complexity of the studies, the advantages and disadvantages of the risk assessment according to ESCORT I and II as well as a procedure to use both dose-response and limit-dose studies for the risk assessment.

**Key words:** beneficials, pesticides, risk assessment