
Sektion II: Methoden für landwirtschaftliche Gebiete

Bewertung von Vogelarten bei der Zulassung von Pestiziden in Europa

Assessing bird species in the registration process of pesticides in Europe

Jan-Dieter Ludwigs, Rolf Blöcher, Jens Schabacker, Felix von Blanckenhagen, Christian Dietzen, Christopher Paton, Nicolá Lutzmann, Carola Fink-Schabacker, Oliver Körner, Sonja Haaf, Fabian Schröder, Jochen Gerlach

RIFCON GmbH, Goldbeckstraße 13, 69493 Hirschberg, jan-dieter.ludwigs@rifcon.de

DOI 10.5073/jka.2013.442.004

Zusammenfassung

Es wird eine Übersicht zur Vorgehensweise der Risikobewertung von Vögeln zu potentiell durch Pflanzenschutzmittel auftretenden akuten und reproduktiven Effekten gegeben. Grundlage einer solchen Risikobewertung ist die aktuelle Richtlinie (EFSA 2009) der europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit, EFSA. Nach kurzer Einleitung über die Veränderungen der Zulassungsbestimmungen für Vögel der Agrarlandschaft und Erläutern des grundsätzlichen Prozedere, wird an einem Beispiel eines fiktiven Fungizids eine Risikobewertung exemplarisch aufgezeigt. Grundlagen der derzeitigen Risikobewertung und deren Bewertung durch die Richtlinie werden kurz diskutiert.

Stichwörter: Risikobewertung, Pflanzenschutzmittel, Vögel

Abstract

We provide an overview and discussion of the methodology currently used to assess the acute and chronic (i.e. reproductive) risk posed by plant protection products to birds. The methodology follows guidance published by the European Food Safety Authority, EFSA (EFSA, 2009). Our overview begins with a short introduction including a brief discussion of recent changes to the regulations on which the EFSA Guidance is based. The standard risk assessment procedure is then explained using the example of a hypothetical fungicide. This is followed by a discussion of the basis, weighting and evaluation of the current risk assessment methodology for birds.

Keywords: risk assessment, plant protection products, birds

Einleitung

Pflanzenschutzmittel (im folgendem PSM), gemeinhin auch als Pestizide bezeichnet, werden hauptsächlich in der Landwirtschaft eingesetzt, um Kulturpflanzen gegen Krankheiten und Schädlingsbefall zu schützen. Die auf Feldern ausgebrachten PSM gelangen dabei zwangsläufig in die Umwelt (auf Organismen, deren Nahrung, ins Wasser, in den Boden etc.) und meist unterhalb der erlaubten Grenzwerte auch in Lebensmittel der Endkonsumenten. Deshalb sind Zulassung und Anwendung von PSM in der europäischen Union strikt reglementiert.

Die Vermarktung und Anwendung von PSM und ihren Rückständen in Lebensmitteln werden in zahlreichen EU-Rechtsvorschriften geregelt. PSM werden hauptsächlich durch die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von PSM reguliert. In Deutschland besteht seit 1969 eine Zulassungspflicht für PSM. Die Wirkstoffe der einzelnen Produkte werden in der EU in einem Gemeinschaftsverfahren bewertet, die Zulassung der Handelsprodukte mit dem Wirkstoff ist aber Sache der einzelnen Mitgliedstaaten der EU (für Details siehe <http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/pesticides.htm?wtrl=01> oder http://www.bvl.bund.de/cln_007/nn_495478/DE/04Pflanzenschutzmittel/01_ZulassungWirkstoffpruefung), denen sich auch einige assoziierte nicht EU Mitgliedsstaaten anschließen (z.B. Schweiz, Norwegen).

Im März 2013 wurde am Institut für Strategien und Folgenabschätzung in Kleinmachnow das Fachgespräch „Agrarvögel – ökologische Bewertungsgrundlage für Biodiversitätsziele in Ackerbaugebieten“ durchgeführt. Die Veranstaltung erfolgte in Zusammenarbeit der Fachgruppe Vögel der

Agrarlandschaft der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft (DO-G) und des Julius-Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI). Im Rahmen der Tagung wurde die Bewertung von Vogelarten bei der Zulassung von PSM in Europa und Deutschland vorgestellt. Vogelarten werden innerhalb eines Zulassungsantrages (der über alle Bereiche, die bewertet werden müssen (von der chemischen Beschaffenheit des Moleküls bis zur potentiellen Gefahr für den Konsumenten) mehrere Dutzend Aktenordner an Daten füllt) in der Sektion 6 - Ökotoxikologie des Gesamtdossiers dargestellt. Neben den Bereichen NTP (non-target plants – Nichtzielarten bei Pflanzen), NTA (non-target arthropods - nicht Zielarten bei Arthropoden), Bees (Pollinatoren), Soil (Bodenlebende Organismen von Springschwänzen bis Regenwürmern) und der Aquatic (wasserlebenden Organismen von Algen bis zum Fisch) gibt es den Bereich Wildlife, der die Risikobewertung für Vögel und Säuger umfasst.

Entwicklung der Richtlinien zur Bewertung von Vögeln bei der Zulassung von PSM in Europa

Seit der Einführung der ersten Richtlinie 1994, der EPPO/OEPP (1994) Richtlinie, stieg die Anzahl der zu bewertenden Expositionsszenarien immer weiter an. Ein Expositionsszenario für Vögel oder Säuger (beide Artgruppen werden innerhalb der gleichen Richtlinien bearbeitet) umfasst unterteilt nach Mittel, Ausbringungszeit, und -ort eine bestimmte Art (Vogel bzw. Säuger), deren Exposition in einer bestimmten Feldfrucht zu bewerten ist, die mit einem PSM behandelt wurde.

Die Bewertungsgrundlagen wurden über die Zeit immer detaillierter formuliert. Die erste Richtlinie in der eine Bewertung für Vögel und Säuger vorgestellt wurde, war die EPPO/OEPP (1994) mit 87 Seiten. Diese wurde 2003 in einer überarbeiteten Fassung, EPPO (2003), aktualisiert.

Auf EU-Administrationsebene kam 2002 die finalisierte Version der Richtlinie SANCO (2002) 4145/2000 mit 44 Seiten und sechs Anhängen (30 Seiten) heraus. Hier wurde zwischen vier Feldfrucht-Gruppen und zusätzlich die Anwendung als Saatgutbeize unterschieden. Für die Vögel ergaben sich insgesamt neun Expositionsszenarien jeweils in akute, mittel- und langfristige (= reproduktive) Effekte differenziert. Bei den Säugetieren waren es sechs Szenarien für akute und reproduktive Effekte. Neben der direkten Exposition durch kontaminierte Nahrungsbestandteile wurden auch Vorgaben zur Bewertung der sekundären Exposition durch Akkumulation in der Nahrungskette gemacht.

Die Richtlinie SANCO/4145/2000 (2002) wurde zum 1. Juli 2009 von dem bis heute gültigem EFSA Dokument „Risk Assessment for Birds & Mammals“ (2009; <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/1438.htm>) abgelöst. Dieses EFSA Dokument hat einen Umfang von 139 Seiten mit zusätzlichen 217 Seiten verteilt auf 17 Anhänge. Dort werden 21 Feldfrucht-Gruppen (z.B. Getreide, Wein, Blattgemüse) mit den jeweiligen repräsentativen Schwerpunkt-Arten¹ verschiedener Nahrungsgilden während bestimmter, über das sogenannte BBCH Stadium definierter Wachstumsstadien der Kulturpflanzen (Meier 2001) festgelegt. In der Bewertung werden somit 233 verschiedenen Expositionsszenarien bei Vögeln und 282 Szenarien bei Säugetieren der Agrarlandschaft berücksichtigt (EFSA, 2009, Appendix A). Die Bewertung erfolgt getrennt nach potentiell akuter Wirkung (ein Tag) und langfristiger (= reproduktive) Wirkung (Tage bis Wochen) auf einen potentiell exponierten Vogel in der jeweiligen Feldfrucht. Neben der direkten Exposition durch überspritzte Nahrung und Exposition über Trinkwasser wird nun auch die sekundäre Exposition durch Akkumulation (ab einem $\log Pow > 3$; siehe EFSA 2009) in der Nahrungskette in Betracht gezogen.

Laut EFSA Dokument (2009) werden Sprühapplikationen, Granulate (z.B. Schneckenkorn) und Saatgutbeizen differenziert betrachtet. Im Folgenden wird am Beispiel einer Sprühapplikation eines Mittels für Getreide in Deutschland die Vorgehensweise einer Bewertung für Vögel dargestellt.

¹ Eine sogenannte „Focal Species“ nach EFSA (2009) ist eine reale Art, die sich zur Zeit der Applikation in der Feldfrucht aufhält

Material und Methoden

Der Risikobewertung für Pflanzenschutzmittel liegen eine Reihe definierter Einflussgrößen und Bezugspunkte zugrunde, die im Folgenden kurz erläutert werden:

Exposition

Grundlage für die Risikobewertung ist eine potenzielle Exposition von Vögeln durch die Aufnahme von Pestizidrückständen über die Nahrung. Diese Exposition ist zum einen abhängig von der Aufwandmenge (in kg der aktiven Substanz pro ha), der Anzahl der Anwendungen pro Jahr sowie im Falle von mehreren Anwendungen pro Jahr, den Intervallen zwischen den Anwendungen in Tagen. Zudem ist die Exposition abhängig von der Art der Anwendung (z.B. Sprühapplikation), der Art der behandelten Kulturpflanze und dem Zeitpunkt der Anwendung(en) in Abhängigkeit vom aktuellen Entwicklungsstadium der Pflanzen auf dem Feld (landwirtschaftliche BBCH Stadien der Pflanzen nach Meier 2001). Des Weiteren hängt die Höhe der Exposition von der Kontamination der Nahrung (z.B. bodenlebende oder im Blattwerk lebende Arthropoden mit unterschiedlichen Rückständen) der betrachteten Art ab und von der Zeit, die ein Tier in dem Feld, in dem appliziert wird, zubringt.

Grundsätzliche Szenarien

Die zu berücksichtigenden grundsätzlichen „Szenarien“ (im Gegensatz zu den Art- und BBCH relevanten Szenarien; siehe unten) sind dabei die akute Exposition, d.h. die Aufnahme und Wirkung des PSM über die Nahrung in einem kurzen Zeitraum (z. B. einen Tag) direkt nach der Applikation (also Auswirkungen auf die direkte Mortalität) und die langfristige Exposition, d.h. die Aufnahme und Wirkung von PSM über einen längeren Zeitraum (z. B. eine Generation bei Vögeln, mehrere Generationen bei Kleinsäugetern) und möglichen Auswirkungen auf die Reproduktion (z.B. Eischalendicke, Schlupfraten, Gewichte der Jungen, Gewichtszunahmen etc.).

Toxizitäts-Expositions Verhältnis

Für die Risikobewertung wird eine Kenngröße der „Toxicity Exposure Ratio“(TER)-Wert berechnet, einmal für das akute Szenario und einmal für das reproduktive Szenario. Zur Berechnung des TER-Wertes wird die Toxizität einer Substanz (abgeleitet aus Labortest) in Relation zur Exposition der Substanz auf dem Feld gestellt ($TER = \text{Toxizität} / \text{Exposition}$).

Toxizität

In einem Labortest/Labortests zur Bestimmung der Toxizität werden potentiell bestehende Giftwirkungen einer Substanz auf Testorganismen unter standardisierten Versuchsbedingungen getestet. Nachfolgend sind einige der Versuchsbedingungen aufgeführt.

Akute Risikobewertung / Akuter Endpunkt

- LD_{50} Studien (LD_{50} = mittlere letale Dosis)
- einmalige Gabe des gelösten Wirkstoffes über eine Schlundsonde (in flüssiger oder fester Form mittels einer Kapsel)
- Beobachtungszeitraum bis 14 Tage
- Versuchstiere: Ratten (z.B. sogenannte „sprague-dawley rats“) und Kaninchen bei Säugern, Wachteln (Nordamerikanische oder Virginiawachtel - *Colinus virginianus* und Japanwachtel - *Coturnix japonica*) oder Stockente - *Anas platyrhynchos* bei Vögeln

Ergebnis der akuten Studien ist ein LD_{50} Wert, d. h. die Dosis, bei der 50% der Versuchstiere sterben. Wird diese Quote mit der höchsten getesteten Dosierung nicht erreicht, wird der akute Endpunkt mit $LD_{50} >$ der höchsten Testdosis angegeben.

Reproduktive Risikobewertung / Reproduktiver Endpunkt

Reproduktionsstudien:

- Wirkstoff wird dem Futter beigemischt
- Dauer des Versuchs: über 1 Generation bei Vögeln und 2 Generationen bei Säugern
- Versuchstiere: meist Ratten bei Säugern, meist Wachteln und Stockenten bei Vögeln

Teratologische Studien:

- Wirkstoff wird über eine Schlundsonde während der Entwicklung der Nachkommen verabreicht
- Versuchstiere: insbesondere Säugern, dann Ratten und Kaninchen

Ergebnis der reproduktions- und teratologischen Studien ist ein **No-Observed-Adverse-Effect-Level (NOAEL)** Wert), d.h. die höchste Dosis bei der keine durch die Substanz verursachten Effekte auftraten.

Berechnung der Exposition:

Grundlage ist die tägliche Aufnahme des Wirkstoffes über die Nahrung von Vögeln und Kleinsäugetieren, die als „**daily dietary dose**“ (DDD) berechnet wird.

$$\text{DDD} = \text{application rate} \times \text{MAF} \times \text{TWA} \times \text{RUD} \times \text{DF} \times \text{FIR/b.w.} \times \text{PD} \times \text{PT}$$

Wobei:

- Application rate: Aufwandmenge [kg Wirkstoff/ha]
- MAF (multiple application factor): Berücksichtigt die Anzahl der Applikationen pro Jahr; der Wert ist bei einer Applikation 1 und hängt ab von der Gesamtanzahl der Applikationen, der Halbwertszeit des Wirkstoffs und dem Applikationsintervall
- TWA (time-weighted average factor): Zeit-gewichteter Faktor für die Reduzierung/Abbau der Rückstände nach Applikation: abhängig vom Applikationsintervall und der Halbwertszeit der Substanz
- PD (portion of diet): Zusammensetzung der Nahrung (Werte zwischen 0 und 1 für verschiedene Nahrungskomponenten, deren Gesamtsumme 1 d.h. 100% ergibt)
- PT (portion of time): Anteil der täglichen Nahrung eines Tieres, den das Tier in dem mit dem PSM behandelten Feld aufnimmt (Wert zwischen 0 und 1)
- RUD (residue per unit dose): Rückstände in der Nahrungskomponente bezogen auf 1 kg des ausgebrachten Mittels [mg Wirkstoff/kg]
- FIR/b.w. (food intake rate per body weight): aufgenommene Nahrung [in g oder kg] in Bezug auf Körpergewicht [in g oder kg] der zu betrachtenden Spezies
- DF (deposition factor): Depositionsfaktor. Bei einer Sprühapplikation beispielsweise auf Getreide, wird ein Teil des Sprühnebels und damit auch des Wirkstoffs von den Getreidepflanzen abgefangen (Interzeption) und gelangt nicht auf z.B. darunterliegende Samen, bodenlebende Arthropoden und Wildkräuter. Der reziproke Wert der Interzeption, also dem was an Wirkstoff abgefangen wird, ist der Depositionsfaktor (DF = 1-Interzeption)

Schwellenwerte der Risikobewertung

Akute Risikobewertung: TER \geq 10 gefordert

Der Schwellwert aus der Verordnung (EU) 546/2011, berücksichtigt einen Unsicherheitsfaktor von 10 (d.h. der TER-Wert muss \geq 10 sein). Dieser Sicherheitsfaktor wird eingeführt um Unsicherheiten bei der Extrapolation von Labordaten ins Freiland und bei der Extrapolation von Daten über Artgrenzen hinweg zu berücksichtigen (verschiedene Sensitivitäten verschiedener Arten). Der akute Toxizitätspunkt basiert meist nur auf einer Studie mit einer einzelnen Art. Andere Arten können möglicherweise sensibler reagieren.

$$\text{TER} = \text{LD}_{50} / \text{DDD (Exposition)}$$

Reproduktive Risikobewertung: TER \geq 5 gefordert

Der Schwellwert aus der Verordnung (EU) 546/2011, berücksichtigt einen Unsicherheitsfaktor von 5 (d.h. der TER-Wert muss \geq 5 sein). Dieser Sicherheitsfaktor wird aus den gleichen Gründen angewendet: Unsicherheiten bei der Extrapolation von Labordaten ins Freiland und wegen der Extrapolation von Daten über die Artgrenze hinweg. Der reproduktive Toxizitätspunkt basiert ebenfalls oft nur auf 1-2 Studien mit 1-2 Arten und entsprechende Toxizitätspunkte anderer Arten fehlen meist.

$$\text{TER} = \text{NOAEL} / \text{DDD (Exposition)}$$

Liegen mehrere (ab 2) Studien mit verschiedenen Testorganismen vor, wird der niedrigere Wert für die Risikobewertung verwendet. Die eigentliche Risikobewertung basiert dann auf einem mehrstufigen Modell (der sogenannte „tiered approach“):

1. Stufe: **Screening step** (abstrakter Extremfall, „worst-case“, um Wirkstoffe mit geringem Risiko für Vögel zu identifizieren)
2. Stufe: **„First Tier“-Risikobewertung** (differenzierte Betrachtung einzelner Expositions-Szenarien unter „worst-case“-Bedingungen)
3. Stufe: **„Higher Tier“-Risikobewertung** (differenzierte Betrachtung einzelner Expositions-Szenarien unter möglichst realistischen Bedingungen)

Im folgenden Kapitel wird anhand eines fiktiven Beispiels die Expositionsabschätzung mit Daten zur Ökologie und zum Verhalten einer Schwerpunkart bei einer Bewertung differenziert betrachtet. Ausgewählte Methoden zur differenzierten Expositionsabschätzung werden vorgestellt und die Ergebnisse kurz diskutiert.

Ergebnisse

Im Folgenden ist die Risikobewertung nach aktueller Richtlinie (EFSA 2009) für das imaginäre Produkt „Pilzweg“ mit dem Wirkstoff „Killpilz“ als Beispiel dargestellt – zum Produkt und der Anwendung gibt es folgende Vorgaben:

- Einsatz in Getreide
- Anwendung ist in der sogenannten GAP (good agricultural practice) des Produktes, also der „guten landwirtschaftlichen Praxis“ für das beantragte Produkt zusammengefasst (Tab. 1)
- Zulassung in Deutschland

Tab. 1 GAP des beantragten Mittels (Gute landwirtschaftliche Praxis)**Tab. 1** GAP of product applied for (Good agricultural practice)

Feldfrucht	Feldfrucht-Gruppe (EFSA 2009)	Entwicklungsstadien BBCH* (Meier 2001)	Anzahl Applikationen	Intervall zwischen den Applikationen [Tage]	Applikationsrate „Killpilz“ [kg a.s.**/ha]
Weizen Roggen	Getreide	30-69	2	14	0.45

* Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie

** a.s. = Aktivsubstanz, Wirkstoff

Die relevanten Szenarien (hier BBCH-Entwicklungsstadien), die in der Bewertung berücksichtigt werden müssen, ergeben sich aus der Feldfrucht und der jeweiligen Feldfrucht-Gruppe, die nach EFSA (2009) zugewiesen ist. Unter Berücksichtigung des Zeitraumes der Anwendung des Produktes, ausgedrückt als BBCH Entwicklungsstadium, werden alle für diese BBCH Stadien relevanten Szenarien aus Tab. 1.1 des Annex 1 (EFSA 2009) ausgewählt. In Tab. 2 sind alle für die Anwendung von PSM in Getreide nach EFSA Dokument (2009, Annex 1, Tab. 1.1) relevanten Szenarien für Vögel aufgelistet.

Tab. 2 Zu berücksichtigende Szenarien für Vögel in Getreide nach EFSA Dokument (2009, Annex 1, Table 1.1)**Tab. 2** Avian scenarios need to be considered for cereals according to EFSA (2009, Annex 1, Table 1.1)

Für die Anwendung in Getreide relevante Szenarien	Ernährungstyp Vogel	Zu bewertende Art nach EFSA (2009)	Relevanz für Bewertung
Frische Blatttriebe BBCH 10-29	Großer herbivorer Vogel (Gans)	Kurzschnabelgans (<i>Anser brachyrhynchus</i>)	Nicht relevant (siehe Entwicklungsstadium)
BBCH 30 – 39	Kleiner omnivorer Vogel (Lerche)	Heidelerche (<i>Lullula arborea</i>)	Relevant
BBCH ≥ 40	Kleiner omnivorer Vogel (Lerche)	Heidelerche (<i>Lullula arborea</i>)	Relevant
Späte Stadien in Getreide BBCH 71-89	Kleiner insektivorer Vogel (Singvogel)	Cistensänger (<i>Cisticola juncidis</i>)	Nicht relevant (siehe Entwicklungsstadium)
Reife Ährenstände mit Samen	Kleiner (granivorer/insektivorer Vogel)	Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	Nicht relevant (siehe Entwicklungsstadium)

Die in der Tabelle fettgedruckten Szenarien sind für die in Tab.1 aufgeführte Applikationszeiträume (d.h. Entwicklungsstadien in Getreide) relevant

Toxizitätseindpunkte aus den Vogelstudien

Für die akute und reproduktive Risikobewertung stehen Toxizitätseindpunkte aus akut-oralen Studien und Reproduktionsstudien zur Verfügung (siehe Material & Methoden). Die Laborversuche werden meist mit einer Wachtelart und der Stockente durchgeführt.

In den Reproduktionstoxizitätsversuchen werden meist 3-4 verschiedene Dosen des Wirkstoffes, im Milligramm-Bereich [mg a.s./kg Körpergewicht/Tag], getestet und anschließend ein „No-Observed-Adverse-Effect-Level“ (NOAEL) als reproduktiver Endpunkt bestimmt. Der NOAEL entspricht der höchsten Dosis des Stoffes bei der keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle, also erhöhte schädigende Befunde in Morphologie, Funktion, Wachstum, Entwicklung oder Lebensdauer beobachtet werden.

Für einen Wirkstoff sollten mindestens zwei oral-akute Endpunkte (jeweils einer aus einer Studie mit der Stockente und einer mit der Virginawachtel) und ein Reproduktionstoxizitätseindpunkt mit Wachtel bzw. Stockente zur Verfügung stehen.

Für das hier – nicht real existierende – gewählte Beispiel soll jeweils nur ein Toxizitätspunkt für akut-orale ($LD_{50} > 3000$ mg Wirkstoff/kg Körpergewicht) und ein Reproduktionstoxizitätspunkt (NOAEL = 30 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht/Tag) angenommen werden.

Als erster Schritt kann (ausschließlich mit Daten, die in EFSA 2009, hinterlegt sind) ein sogenannter „Screening step“ zur schnellen Bewertung durchgeführt werden (siehe Tab. 3 und 4).

1. „Screening Step“

Tab. 3 Screening Step für das akute Risiko

Tab. 3 *Screening Step for acute risk*

Feldfrucht	Getreide
Indikator Art	„Kleiner omnivorer Vogel“
“Shortcut value“ nach EFSA 2009	158,8
Applikationsrate [kg Wirkstoff/ ha]	0,45
MAF (90zigstes Perzentil)	1,2
DDD [mg Wirkstoff /kg Körpergewicht]	85,75
LD_{50} [mg Wirkstoff /kg Körpergewicht]	>3000
TER [LD_{50} / DDD]	>35,0

Der Schwellenwert von $TER \geq 10$ wurde übertroffen, das akute Risiko des Wirkstoffes ist akzeptabel

Tab. 4 Screening Step für das reproduktive Risiko

Tab. 4 *Screening Step for reproductive risk*

Feldfrucht	Getreide
Indikator Art	„Kleiner omnivorer Vogel“
“Shortcut value“ nach EFSA 2009	64,8
Applikationsrate [kg Wirkstoff / ha]	0,45
MAF (Mittelwert)	1,4
TWA	0,53
DDD [mg Wirkstoff /kg Körpergewicht]	21,64
NOAEL [mg Wirkstoff /kg Körpergewicht/Tag]	14
TER [NOAEL/ DDD]	0,6

Der Schwellenwert von $TER \geq 5$ wurde nicht erreicht, dies macht eine weiterführende Risikobewertung notwendig

In einem zweiten Schritt (ebenfalls ausschließlich mit Daten, die in EFSA 2009 hinterlegt sind) wird der sogenannte „first-tier“ berechnet. Hier wird eine „echte Vogelart“ (deren Kenndaten wie Gewicht, Zugehörigkeit zu einer Nahrungsgilde bzw. angenommene Nahrungszusammensetzung etc.) und der BBCH, also das Wachstumsstadium der Feldfrucht zur Zeit der Applikation, berücksichtigt (siehe Tab. 5).

2. „First Tier“-Risikobewertung

Tab. 5 First Tier für das reproduktive Risiko

Tab. 5 First Tier for reproductive risk

Feldfrucht	Getreide	
Indikator Art	„Kleiner omnivorer Vogel“	
Generische Art	Heidelerche (Körpergewicht 28.5 g)	
Szenario	BBCH 30-39	BBCH \geq 40
“Short cut value“ nach EFSA 2009 ²	12	7,2
Applikationsrate [kg a.s./ ha]	0,45	0,45
MAF (Mittelwert)	1,4	1,4
TWA	0,53	0,53
DDD [mg a.s./kg Körpergewicht]	4,0	2,4
NOAEL [mg a.s./kg Körpergewicht/Tag]	14	14
TER [NOAEL/ DDD]	3,5	5,8

Der Schwellenwert von $TER \geq 5$ wird für das Szenario „Kleiner omnivorer Vogel“ bei $BBCH \geq 40$ erreicht. Für das Szenario „Kleiner omnivorer Vogel“ bei $BBCH 30 - 39$ liegt der TER unter dem Trigger Wert von 5. Für die kleinen omnivoren Vögel, die sich im Getreidefeld ab $BBCH \geq 40$ aufhalten ist das Reproduktionsrisiko als gering einzustufen, aber für den Zeitraum davor besteht weiter ein mögliches Risiko nach EFSA (2009).

Für Szenarien, die nach dem „First Tier“ Schritt in der Bewertung unter dem Trigger Wert liegen, bietet das EFSA Dokument (2009) die Option einer weiter differenzierten Betrachtung, die sogenannte „Higher Tier“ - Risikobewertung.

3. „Higher Tier“-Risikobewertung (Differenzierte Betrachtung einzelner Parameter)

Für eine Bewertung nach dem „Screening step“ und „First Tier“ Schritt, die für diese Beispielanwendung ein potentielles Risiko für die Ausbringung des Mittels im Zeitraum $BBCH 30-39$ im Getreide anzeigen, gibt EFSA (2009) keine Daten mehr im Dokument an. Das Dokument nennt aber Vorgehensweisen für die Erfassung risikorelevanter Daten für eine weitere Bewertung. Die weitere Bewertung soll die Exposition immer realistischer fassen und unnötige „worst-case“ Annahmen vermeiden. Risikorelevante Daten (eine Auswahl, für mehr Details siehe EFSA 2009) sind z.B.:

Datenerfassungen zur Expositionsabschätzung

- Ökologische und Verhaltensdaten der Zielarten „focal species“ [FS]: Nahrung “portion of diet” [PD] Aufenthaltszeit in der Feldfrucht “portion of time” [PT], (siehe oben)
- Rückstandsdaten für die Nahrung der Vögel (Insekten, Regenwürmer, Pflanzenteile, Samen etc.)

Datenanalysen und -erfassungen zu toxischen Effekten

- Detaillierte Evaluation der Effekte aus den Reproduktionsstudien (zur Festlegung des NOAEL)
- Sogenannte „Body Burden“ Modelle (zur Simulation wie sich der Stoff im Körper eines Vogels verhält, Aufnahme, Metabolismus, Exkretion, Wirkungen etc.)

Datenerfassungen zur Abschätzung der Effekte auf Populationsebene

- Populationsmodellierung (zur Simulation von potentiellen Effekten)
- Effektstudien im Freiland mit Vögeln (Ausbringung des Produktes und Untersuchungen zu den Vögeln die diese Felder zur Nahrungssuche oder Reproduktion nutzen)

Higher Tier Expositionsabschätzung

Für den Fall der Risikobewertung von dem Produkt „Pilzweg“ mit dem Wirkstoff „Killpilz“ wären Optionen für eine weitere Bewertung zum Beispiel die Ermittlung der sogenannten Zielarten „focal species“ für eine bestimmte Feldfrucht zu einem bestimmten Zeitpunkt (siehe Hage *et al.* 2011; Dietzen *et al.* 2013). Im weiteren Verlauf werden somit nur Daten zur Expositionsabschätzung einbezogen, und keine Daten zu toxischen Effekten oder Modelling Ansätzen.

Focal species

Die Zielart „focal species“ ist laut EFSA Dokument (2009) eine real existierende Art, die sich in den Wochen der Applikation in der Feldfrucht aufhält und somit ein realistischeres Szenario schafft als die Indikator Art. Über die „focal species“ sollen alle Nahrungsgilden der in dieser Feldfrucht vorkommenden Vogelarten abgedeckt werden. Daher ist es durchaus möglich mehrere Vogelarten als „focal species“ zu identifizieren und in der differenzierten Bewertung zu adressieren.

Zur Ermittlung der „focal species“ werden Transekte in einer Feldfrucht zu einem relevanten BBCH Stadium begangen und alle Vögel erfasst. Grundlegendes zu dieser Methode wurde aus den Methoden zur Vogelkartierung von BIBBY und HILL (1992) abgeleitet. Die Transektlänge entspricht der Länge des Feldes und die Transektweite wird auf 50-100 m festgelegt. Bei der Begehung werden alle visuellen und akustischen Vogelbeobachtungen am Transekt erfasst (für Details siehe EFSA 2009, Appendix M). Aus der aufgenommenen Liste der Vogelarten, die beobachtet wurden, sowie der Feldfrucht und deren BBCH Stadium wird die Frequenz des Auftretens (FO als „frequency of occurrence“) für jede Art berechnet, die bei den Transektbegehungen festgestellt wurde. Den FO Wert kann man als FO_{field} im Verhältnis zu Gesamtzahl der Felder, im oben genannten Beispiel für Getreidefelder und als FO_{survey} im Verhältnis zur Gesamtzahl der Begehungen in allen Feldern, berechnen.

Das heißt FO_{field} beschreibt den Prozentanteil der Getreidefelder in der eine bestimmte Art gefunden wurde in Relation zu der Gesamtzahl der untersuchten Getreidefelder. Der FO_{survey} wiederum beschreibt den Prozentanteil der Transektbegehungen in der eine bestimmte Art gefunden wurde in Relation zur Gesamtzahl der Transektbegehungen. In keiner dieser beiden Maßzahlen spielt dabei die Anzahl der Individuen einer beobachteten Vogelart eine Rolle. Die Anzahl der Individuen einer Vogelart wird in der Maßzahl für die „Dominanz“ berücksichtigt, die das relative Vorkommen/relative Häufigkeit einer Vogelart in einer Vogelgemeinschaft beschreibt. Die Dominanz beschreibt den Prozentanteil der Individuen einer Art an der Gesamtzahl der Individuen aller Arten. Die endgültige Auswahl für die Bewertung der „focal species“ aus einer Liste, die für eine bestimmte Feldfrucht in einer Feldstudie nach obigem Methode bestimmt wurde, hängt u.a. von der Jahreszeit, dem BBCH Stadium, der zu adressierenden Nahrungsgilde und dem Körpergewicht ab.

Tab. 6 Beispielhafte Ergebnisse für eine „focal species“ Studie zum BBCH Stadium 30-39 in Getreide

Tab. 6 Exemplary results of a „focal species“ study conducted at BBCH satge 30-39 in cereals

Art	FO _{FIELD} [%]	FO _{SURVEY} [%]	Dominanz [%]	Körpergewicht [g]	Wo wird die Nahrung aufgenommen	Nahrungsgilde
Feldlerche	82,4	43,1	13,1	39,9	Boden Boden/	Omnivor
Bluthänfling	76,5	45,1	16,6	15,3	Blätter	Granivor
Wachtel	64,7	29,4	19,7	96,5	Boden	Omnivor
Schafstelze	41,2	13,7	4,4	17,6	Boden	Insektivor

PT-Studie: Telemetriestudien zur Habitatwahl innerhalb der Tagesaktivitätsphase eines Vogels

Die „portion of time“ (PT) ist definiert als „Anteil der täglichen Nahrung eines Tieres, den es im Habitat aufnimmt, das mit Pestiziden behandelt ist“ (EFSA 2009). Hierfür empfiehlt die EFSA, (2009)

Telemetriemethoden und gibt Hinweise zur deren Durchführung und Auswertung. Bei diesem Ansatz wird angenommen, dass die Nahrungsaufnahme proportional zum Aufenthalt in genutzten Habitaten ist. Dieses ist wichtig wenn kein Sichtkontakt besteht und der Vogel aktiv ist. Basis einer solchen Studie ist die Auswahl der „focal species“ aus einer entsprechenden Untersuchung. Arten unterschiedlicher Ernährungsweise je Kultur (= Feldfrucht) sollten mit einbezogen werden. Es sollten 10-20 Individuen je Art und/oder Zeitraum einer Applikation telemetriert werden. Dauer einer Radio-Telemetrie sollte den Aktivitätszeitraum eines Tieres innerhalb 24h umfassen und dieser variiert natürlich innerhalb der verschiedenen Vogelarten (z.B. bei der Feldlerche etwa von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang und bei der Wachtel sind komplette 24 Stunden möglich).

In diesem Beispiel (Feldlerche in einer typischen Ackerbau Landschaft dominiert von Getreideanbau) wären Telemetriedaten nach der MCP (Minimum konvex Polygon) Methode die Grundlage. Alle Daten während der Aktivitätsphase, d. h. Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang, von telemetrierten Feldlerchen würden so z.B. eine mittlere home range (Aktionsraum) Größe von knapp 60 ha (basierend auf MCP) ergeben. In Tab. 7 sind mögliche Ergebnisse einer solchen Radiotelemetrie-Studie mit Feldlerchen detaillierter dargestellt.

Tab. 7 Beispiel für die Ergebnisse des Anteils der Zeit den Feldlerchen auf Getreidefeldern potentiell mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt sind

Tab. 7 Exemplary results of a portion of time skylarks spend potentially foraging in cereal fields

Vogel Nr.	Anteil Verhalten in Prozent in der Aktivitätsperiode			
	Potentielle Nahrungsaufnahme	Reproduktionsverhalten	Aktiv, keine Nahrungsaufnahme	Inaktiv (Tag)
1	24,58	0,42	35,63	5,9
2	37,29	10,28	6,81	17,5
3	18,19	41,81	6,11	0,56
		...		
		...		
23	55,69	2,57	0,35	17,15
24	43,13	2,5	0	29,24
25	51,32	0,21	0	24,31
Mittelwert	42,27	28,53	13,61	15,59
SF (±)	13,87	15,15	7,23	8,09
Minimum	17,57	0	0	0,56
Maximum	69,24	52,08	35,63	32,85

Der relevante PT Wert der sich aus dieser Studie ableiten lässt und der für die differenzierte Bewertung benutzt werden könnte, ist der zur potentiellen Nahrungsaufnahme, d.h. im Durchschnitt verbringt eine Feldlerche etwa 42.3% zur Nahrungsaufnahme in Getreidefeldern, als Ergebnis dieser Studie. Dieser Wert kann in der Berechnung zur Risikobewertung in Tabelle 9 als PT Wert, eingesetzt werden (relevant können aber auch Perzentile der PT Wert Verteilung sein).

PD Studien: Studie zur Nahrungszusammensetzung der Feldlerche in Getreidefeldern

Die „portion of diet“ [PD] ist laut EFSA (2009) definiert als die „Zusammensetzung der Nahrung eines Tieres, die es im Habitat aufnimmt das mit Pestiziden behandelt ist“ (mehr Details zu Methoden unter Kapitel 6.1.6.3 EFSA, 2009). Wissenschaftlich verbreitete Methoden zur Bestimmung der Nahrungskomponenten liefern beispielsweise Kotproben- und Magenspülings-Analysen.

Die Kotproben, werden in ein kleines Kunststoffgefäß überführt und mit Salz aufgefüllt und so haltbar gemacht. Zur Analyse des Kotes wird Wasser zugegeben um das Salz zu lösen. Anschlie-

ßend werden die Kotproben unter dem Mikroskop nach Nahrungsresten untersucht (siehe auch FLINKS und PFEIFER 1987). Die Nahrungskomponenten aus den Kotproben bzw. Magenspülungen, z.B. Pflanzen- oder Arthropodenreste werden dann mit Hilfe von Fachliteratur und Referenzdatenbanken bestimmt. Soweit möglich werden von grünem Pflanzenmaterial einkeimblättrige und zweikeimblättrige Arten unterschieden. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass der Anteil einer bestimmten Nahrung der aufgenommen wurde, nicht dem entspricht was die Nahrungsreste im Kot wiedergeben, können Korrekturfaktoren angewandt werden, wenn diese vorhanden sind. Diese Korrekturfaktoren sind für die Vogelart und Nahrungskomponenten spezifisch. So werden z.B. die Korrekturfaktoren, die Green (1978) für die Feldlerche (Abb. 1) ermittelt hat, regelmäßig angewandt.



Abb. 1 Feldlerche (*Alauda arvensis*)

Fig. 1 Skylark (*Alauda arvensis*)

Tab. 8 Beispielwerte verschiedener Nahrungskomponenten der Feldlerche (korrigiert nach GREEN, 1978)

Tab. 8 Exemplary results of the portion of diet ingested by skylarks (corrected according to GREEN, 1978)

Nahrungskategorien	50%tile [%]	90%tile [%]	Mittelwert [%]	PD Wert nach EFSA (2009)
Arthropoden	62	96	58	0,58
Samen	30	0,53	31	0,31
Grünes Pflanzenmaterial	3	0,25	11	0,11

Wirkstoffspezifische Rückstände auf potentieller Nahrung

Nach EFSA (2009, Kapitel 6.1.4.1) basieren die Rückstände, die im „screening-step“ und den „First Tier“ Berechnungen benutzt werden, auf gemessenen Werten aus Freilandstudien, die von verschiedenen Pflanzenschutzmitteln herstellenden Firmen zur Verfügung gestellt wurden. Diese im Appendix F von EFSA (2009) aufgeführten Rückstandswerte können durch experimentell ermittelte substanz- und anwendungsspezifische Werte ersetzt werden. Die experimentellen Untersuchungen um diese spezifische Werte zu ermitteln müssen aber bestimmte Kriterien erfüllen. Auch das Abbauverhalten einer Substanz in bestimmten Nahrungskomponenten kann durch experimentelle Untersuchungen differenziert analysiert werden.

Über die Rückstände von PSM und ihren Abbau in Arthropoden gibt es weniger Daten als bei Rückständen auf Pflanzen (EFSA, 2009, Kapitel 6.1.4.2). Der Appendix N (EFSA, 2009) gibt einige Hinweise zur Durchführung von Arthropodenrückstandsstudien. Die Ermittlung von Rückstandswerten in Pflanzen werden auch standardmäßig für die Verbrauchersicherheit durchgeführt. Hier sind die Methoden etabliert, und können relativ unkompliziert, z.B. bezüglich des Zeitpunktes der Rückstandbestimmung, angepasst werden. Hier sind unter anderem BBCH Stadium als auch Probennahmezeitpunkt entscheidend. Bei Rückstandsstudien, die Arthropoden adressieren, müssen die Rückstände für am Boden lebende und im Blattwerk lebende Arthropoden getrennt erfasst werden. Damit kommen auch unterschiedliche Sammeltechniken für die Arthropoden zum Einsatz. Weitere Nahrungstypen für deren Rückstandsermittlungen unterschiedliche Methoden angewendet werden, sind beispielsweise Regenwürmer und Früchte. Mit Hilfe der gemessenen Rückstände kann nun eine RUD (mg a.s./kg Nahrungskomponente) für die Nahrungskomponenten berechnet werden.

Reproduktive Risikobewertung basierend auf differenzierten Faktoren

Tab. 9 Reproduktive Risikobewertung für die Feldlerche als „Focal Species“ in Getreidefeldern mit differenzierten Parametern

Tab. 9 *Reproductive risk assessment for the „focal species“ skylark with skylark specific data*

Feldfrucht	Getreide		
Indikator Art	„Kleiner omnivorer Vogel“		
Relevante Art (Focal Species)	Feldlerche		
Szenario	BBCH 30-39		
Nahrungskomponenten	Grünes Pflanzenmaterial	Samen	Bodenlebende Arthropoden
RUDs (Mittelwert)	28,7	40,2	1,5
FIR/b.w.	0,9	0,9	0,9
PD	0,11	0,31	0,58
PT	0,42	0,42	0,42
Applikationsrate [kg a.s./ ha]	0,45	0,45	0,45
MAF mean	1,4	1,4	1,4
TWA	0,53	0,53	0,53
DDD	0,4	1,6	0,1
SUM DDD		2,1	
NOAEL		14	
TER		6,7	

Fett gedruckt sind Parameter und Werte nach differenzierter Betrachtung (bzw. inklusive Daten, die für die Risikobewertung in Feld erhoben wurden)

In diesem Fall wird durch die erhobenen Daten, die im „Higher Tier“ Ansatz mit in die Risikobewertung eingegangen sind, der Schwellenwert von $TER \geq 5$ erreicht. Damit kann das reproduktive Risiko des Wirkstoffes für Vögel auch für frühe Getreidestadien in diesem Fall als „akzeptabel“ eingeschätzt werden.

Diskussion

In kurzer Übersicht ist hier ein Vorgehen zur Risikobewertung von Vögeln in Getreide bei Ausbringung eines fiktiven Fungizids nach aktuellsten Richtlinien der EU beispielhaft dargestellt. Seit der Einführung der ersten Richtlinie im Jahre 1994 stieg die Anzahl der zu bewertenden Expositionsszenarien immer weiter an. Das aktuelle Guidance Document EFSA (2009) enthält Daten und Informationen zu den verschiedenen Szenarien der Risikobewertung. Der Fokus der derzeitigen Risikobewertung liegt auf potentiell durch PSM auftretenden akuten (insbesondere direkte Mortalität) und reproduktiven Effekten (direkte Beeinflussung des Brutgeschäftes bzw. Bruterfolges). Der Bewertung liegt zugrunde, dass die Hauptexposition von Vögeln mit Pflanzenschutzmittelrückständen durch die Nahrungsaufnahme auf einem Feld, in dem ein Produkt appliziert wurde, erfolgt. Neben der direkten Exposition durch überspritzte Nahrung und der sekundären Exposition durch Akkumulation in der Nahrungskette (über z.B. Fische oder Regenwürmer) wird auch die Exposition über Trinkwasser in der Bewertung berücksichtigt (was am Beispiel hier nicht mit vorgestellt wurde).

Grundsätzlich basiert die Risikobewertung für Vögel auf der Bestimmung der Exposition unter ökologischen Parametern wie Habitat- und Nahrungspräferenzen, sowie der Höhe der Rückstände auf Nahrungsbestandteilen. Damit wird versucht ein möglichst realistisches Bild der potenziellen Gefährdung von Vögeln durch PSM abzubilden, um eine Entscheidungsgrundlage für deren Zulassung oder Ablehnung zu erstellen. Basiert die Risikobewertung in den ersten Schritten auf sehr konservativen sogenannten „worst case“ Annahmen, sind in den weiteren Stufen der Bewertung, im sogenannten „higher tier“, Möglichkeiten gegeben, die entsprechenden Annahmen unter Verwendung

der in der wissenschaftlichen Literatur publizierten oder durch experimentell erhobene Daten, zu verfeinern. So soll ein realistischeres Bild der Exposition entstehen. Hierbei werden dann Daten zu einer real existierenden Art, z.B. der Feldlerche in Getreide, die sich in den Wochen der Applikation in dieser Anbaukultur aufhält, berücksichtigt. Dies sind z.B. Daten zum Anteil der Zusammensetzung der Nahrung oder der Aufenthaltsdauer im Feld. Des Weiteren fließen Informationen zur Höhe der Rückstände von PSM und ihrem Abbau in unterschiedlichen Nahrungsbestandteilen der Feldlerche mit in die Bewertung ein. Jedoch fehlen z.B. für den Bereich der Nahrungszusammensetzung verschiedener Vogelarten einheitliche Kenngrößen (Volumenanteile oder Individuenanzahl einer Probe etc.) oder Korrekturfaktoren für Vogelarten und/oder Nahrungsgilden, die mit Fütterungsversuchen erfasst werden könnten.

Dem Prozess der Expositionsabschätzung liegen Daten und Annahmen zugrunde, die das tatsächliche Risiko vermutlich überschätzen. Es kann allerdings schon aufgrund verschiedener Extrapolation in der Risikobewertung z.B. der toxikologischen Endpunkte von wenigen getesteten Arten auf alle anderen Arten nicht ausgeschlossen werden, dass die Annahmen in der Berechnung das Risiko in manchen Fällen möglicherweise auch unterschätzen. Zudem können manche Aspekte der derzeitigen Risikobewertung das tatsächliche Risiko sowohl über- als auch unterschätzen, wie z.B. die Annahme, dass Aufenthaltszeiten innerhalb verschiedener Habitats, die ein Vogel aktiv nutzt, gleich gesetzt werden mit Nahrungsaufnahmezeiten in diesen Habitats (Flächen in denen eine Applikation stattfand gegenüber Flächen, die nicht appliziert wurden). Insgesamt sind die Expositionsquotienten (sogenannte „trigger values“ von 5 und 10 für akute und reproduktive Risikobewertung) deshalb auch durch Sicherheitsfaktoren erhöhte Schwellenwerte und sollen als Kennzahlen eine Entscheidungshilfe für die Beurteilung durch die entsprechenden Behörden sein.

Das mit der derzeitigen Richtlinie zu bewertende akute und reproduktive Risiko für Vögel durch PSM kann nach EFSA (2009) im „Higher Tier Approach“ auch durch sogenannte Effektstudien direkt untersucht werden. Hierbei wird im Feldversuch untersucht, nach Ausbringung der Substanz und dem Nachweis einer Exposition für Vögel, wie auch für Säuger, die die entsprechenden Felder nutzen (während und nach der Applikation), ob es zu Mortalitäten oder einem Einfluss auf die Reproduktion (z.B. geringere Gelegegröße, geringerer Schlupferfolg, Mortalität der Jungvögel) kommt. Wenn die Berechnungen der Risikobewertung ein Risiko implizieren (z.B. deutliche Unterschreitung der „trigger values“ als Ergebnis der Berechnungen), in einer Effektstudie aber keine Auswirkungen auf die untersuchte Art festzustellen sind, dann zeigt dies eine sehr wahrscheinliche Überschätzung des Risikos durch die theoretische Berechnung dieses Szenarios an. Allerdings sind non-letale Effekte (z.B. eine reduzierte Gelegegröße) methodisch auch nur schwer nachweisbar im Feldversuch.

Die Richtlinien zur Bewertung unterliegen einer dauerhaften Entwicklung und Revision. So werden seit der jüngsten Novellierung die kombinierten Wirkungen von Produkte mit mehreren Wirkstoffen bewertet, sowohl durch Kombination der Toxizitäten der einzelnen Wirkstoffe als auch mögliche synergetische Effekte von Wirkstoffmengen. Nicht bewertet werden derzeit Applikationen mehrerer verschiedener Produkte auf dem gleichen Feld in kurzer zeitlicher Reihenfolge oder potentielle Auswirkungen von verschiedenen Produkten, die zeitgleich auf benachbarten Flächen, die im gleichen Aktionsraum eines Vogelindividuums liegen. Ebenfalls nicht bewertet werden indirekte Effekte (siehe dazu auch Vortrag von Herman Hötter während des Fachgesprächs; abrufbar unter <http://www.do-g.de/index.php?id=58&L=1%20and%20char%28124%29%2Buser%2Bchar%28124%29%3D0>), die durch das Ausbringen von PSM auftreten können, wie die Reduzierung des Nahrungsangebotes für Vögel, was ebenfalls Auswirkungen auf den Bruterfolg haben kann (z.B. BOATMAN *et al.*, 2004). Obgleich im EFSA (2009) Guidance Dokument als Anhang kurz angeführt, werden derzeit potentielle Auswirkungen auf Nestlinge ebenfalls nicht bewertet.

Insgesamt kann die derzeitige Risikobewertung für Vögel durch das Ausbringen von PSM als sehr komplex im Vergleich zu Zulassungsverfahren der Vergangenheit (unter anderen damals gültigen Richtlinien) angesehen werden und im Zuge der weiteren Harmonisierung von Regulierungen innerhalb der EU sollten die zuständigen Behörden das Ziel, den Schutz der Vögel der Agrarlandschaft und die EU-weit gleichen Maßstäbe der Bewertung, weiter vorantreiben.

Literatur

- SANCO, 2002: Guidance Document on Risk Assessment for Birds and Mammals Under Council Directive 91/414/EEC; Sanco 4145/2000, rev. 6, 25.09.2002. (http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/docs/wrkdodc19_en.pdf)
- BIBBY, C. J. und D. A. HILL, 1992: Methoden der Feldornithologie - Bestandserfassung in der Praxis. Neumann Verlag GmbH, Radebeul.
- BOATMAN, N.D., N. W. BRICKLE, J. D. HART, T. P. MILSOM, A. J. MORRIS, A.W. A. MURRAY, K. A. MURRAY & P. A. ROBERTSON, 2004: Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* **146** (Suppl. 2), 131–143.
- DIETZEN C., EDWARDS, P.J., WOLF, C., LUDWIGS, J.-D. & LUTTIK, R., 2013: Focal species of birds in European crops for higher tier pesticide risk assessment. Integrated Environmental Assessment and Management; in press.
- EFSA, 2009: Guidance of EFSA - Risk Assessment for Birds and Mammals. *EFSA Journal* 7:1-139. (<http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/1438.htm>)
- EPPO/OEPP, 1994: Decision-making scheme for the environmental risk assessment of plant protection products, Chapter 11 Terrestrial Vertebrates. *OEPP/EPPO Bulletin* **24**, 1–87.
- EPPO, 2003: Environmental risk assessment scheme for plant protection products. *OEPP/EPPO Bulletin* **33**.
- HAGE, M., BAKKEN, V. & ISAKSEN, K., 2011: Risk assessment of agricultural pesticides for birds and mammals in Southeast Norway. - Recommendations for focal species. Report to the Norwegian Food Safety Authority. Arctic Research and Consulting DA. 89pp.
- FLINKS, H. und F. PFEIFER, 1987: Nahrung adulter und nestjunger Schwarzkehlchen (*Saxicola torquata rubicola*) einer westfälischen Brutpopulation. *Die Vogelwelt* **108**.
- GREEN, R. E., 1978: Factors Affecting the Diet of Farmland Skylarks, *Alauda Arvensis*. *Journal of Animal Ecology* **47**, 913-928.
- MEIER, U. E., 2001: Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft. (http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/bbch/BBCH-Skala_deutsch.pdf).