

Daniele Kanne-Schludde, Dirk Rautmann, Dieter von Hörsten, Jens-Karl Wegener

Übersicht über das Abdriftrisiko bei der Ausbringung von Biozidprodukten

Overview of the risk of drift in the application of biocidal products

Zusammenfassung

Biozidprodukte werden zum Schutz des Menschen und Tieres vor Schädlingen, Pilzen, Algen oder Bakterien in zahlreichen Anwendungsbereichen eingesetzt. Sie können bei der Anwendung Auswirkungen auf Nicht-Ziel-Organismen und die Umwelt ausüben. Kenntnisse über Art und Weise der Ausbringung und eines möglichen Eintrags in angrenzende Umweltkompartimente durch Abdrift sind notwendig. Vor diesem Hintergrund wird in dieser Studie eine umfassende Übersicht über all jene Anwendungsbereiche und die zugehörigen Anwendungspraktiken erarbeitet, bei denen Biozidprodukte durch Sprühen, Spritzen, Vernebeln oder vergleichbare Ausbringungsformen appliziert werden. Dabei werden alle diejenigen Anwendungen identifiziert, bei denen während der Ausbringung ein direkter Austrag in angrenzende Umweltkompartimente durch Abdrift zu erwarten ist. Die Ergebnisse der Recherche zeigen, dass die Anwendungsbereiche und die zugehörigen Anwendungspraktiken sehr vielfältig sind. Eine Prioritätenliste der Anwendungsbereiche, in denen eine direkte Umweltextposition durch Abdrift auftreten kann, wird dargestellt. Beispiele von identifizierten Anwendungsbereichen sind: Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners, Bekämpfung von fliegenden und kriechenden Insekten im Umfeld von Gebäuden und die Wespenbekämpfung. Die Anwendungstechnik variiert von Aerosol-Sprühdosens, Pumpsprühflaschen, Rückenspritzen und Hochdruckreinigern bis hin zum Einsatz von Sprühkanonen und Hubschraubern.

Stichwörter: Biozide, Applikationstechnik, Umweltextposition, Abdrift

Abstract

Biocidal products are used to protect humans and animals against pests, fungi, algae or bacteria in a wide range of applications. They can affect non-target organisms and the environment during the application. Knowledge of the mode of application and possible entry into adjacent environmental compartments through drift is necessary. Against this background, this study will provide a comprehensive overview of all those applications and associated application practices where biocidal products are applied by spraying, fogging, misting or similar applications. Here, all those applications with an expected direct discharge into adjacent environmental compartments by drift are identified. The results of the research show that the application areas and the associated application practices are very diverse. The application areas with an expected direct environmental exposure by drift is presented in a priority list. Examples of identified application areas are: control of the oak processionary moth, control of flying and crawling insects in buildings and their surroundings as well as the control of wasps. The application technology varies from aerosol spray cans, pump spray bottles, knapsack sprayers and high-pressure cleaners to the use of cannon spray and helicopters.

Key words: Biocides, application technique, environmental exposure, drift

Einleitung

Biozidprodukte werden zur Bekämpfung von Schädlingen und Lästlingen, wie z.B Insekten, Mäusen, Ratten,

Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Braunschweig

Kontaktanschrift

Dirk Rautmann, Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, E-Mail: at@julius-kuehn.de

Zur Veröffentlichung angenommen

06. Juni 2018

Algen, Pilzen, Bakterien usw. in zahlreichen Anwendungsbereichen eingesetzt (GARTISER et al., 2015). Im Gegensatz zu Pflanzenschutzmitteln, die in der Landwirtschaft zum Schutz der Kulturpflanze und von Pflanzenerzeugnissen verwendet werden, werden Biozide insbesondere zum Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier eingesetzt (ANONYM, 2017a). Aus der Bandbreite der möglichen Zielorganismen ergeben sich mannigfaltige Anwendungsbereiche, weshalb Biozidprodukte zunächst im Wesentlichen in die vier folgenden Hauptgruppen „Desinfektionsmittel“, „Schutzmittel“, „Schädlingsbekämpfungsmittel“ sowie „sonstige Biozidprodukte“ gegliedert sind und dort wiederum in insgesamt 22 Produktarten unterteilt werden (BIOZID-VO, 2012).

Wegen ihrer intrinsischen Eigenschaften und verwandten Verwendungsmuster können Biozidprodukte ungewollte Wirkungen auf Nicht-Ziel-Organismen entfalten und damit unannehmbare Auswirkungen auf die Umwelt nach sich ziehen (GARTISER et al., 2012). Aus diesem Grund unterliegen Biozidprodukte einer Zulassungspflicht, deren Bewertungsmaßstäbe für das Inverkehrbringen und die Verwendung in der EU-weit gültigen Biozidverordnung (EU 528/2012) geregelt sind (BIOZID-VO, 2012). Ziel der Verordnung ist es, mögliche Risiken, die sich aus der Verwendung von Biozidprodukten für die Gesundheit von Mensch und Tier oder für die Umwelt ergeben können, im Vorfeld zu erkennen und gegebenenfalls geeignete Maßnahmen abzuleiten, die eine sichere Anwendung der Biozidprodukte gewährleisten (BIOZID-VO, 2012). Wie auch bei Pflanzenschutzmitteln werden toxikologische Eigenschaften, Expositionsabschätzungen und die Wirksam-

keit im Zulassungsverfahren von Biozidprodukten geprüft (EU, 2009b; BIOZID-VO, 2012). Anders als bei Pflanzenschutzmitteln, wurden Biozide nicht in die Richtlinie 2009/128/EG aufgenommen, die sich mit der Umsetzung nationaler Aktionspläne, Regelungen zur Sachkunde sowie Prüfung von Pflanzenschutzgeräten befasst (ANONYM, 2009b). Ein weiteres wichtiges Thema der Richtlinie ist hingegen die Reduzierung der Abdrift, um Umweltschadstoffe (Bystander) sowie Nichtzielorganismen zu schützen (ANONYM, 2009b). Die nachfolgende Abb. 1 zeigt die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Pflanzenschutzmitteln und Bioziden. Beide zählen zu den Pestiziden und haben gemeinsame Anwendungsbereiche (zum Beispiel die Bekämpfung von Insekten mit Insektiziden). Unterschiede gibt es sowohl bei den Zielen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden als auch bei den gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Die Abschätzung des unerwünschten Eintrags von Biozidprodukten in angrenzende Umweltkompartimente im Zuge der Ausbringung stellt hierbei einen wesentlichen Bestandteil der Umweltexpositionsbewertung dar (HEWITT, 2000; BEINUM und BEULKE, 2010). Eine quantitative Bewertung der daraus resultierenden Umweltexposition benötigt aber eingehende Kenntnisse zur Art und Weise der Ausbringung und der daraus resultierenden Größenordnung eines möglichen Eintrags von Biozidprodukten in angrenzende Umweltkompartimente (BEINUM und BEULKE, 2010). Denn die Wahl der Anwendungstechniken, die zur Ausbringung von Biozidprodukten verwendet werden, entscheidet in hohem Maße über die Ausbringgenauigkeit und damit darüber, in welchem Umfang die Umwelt

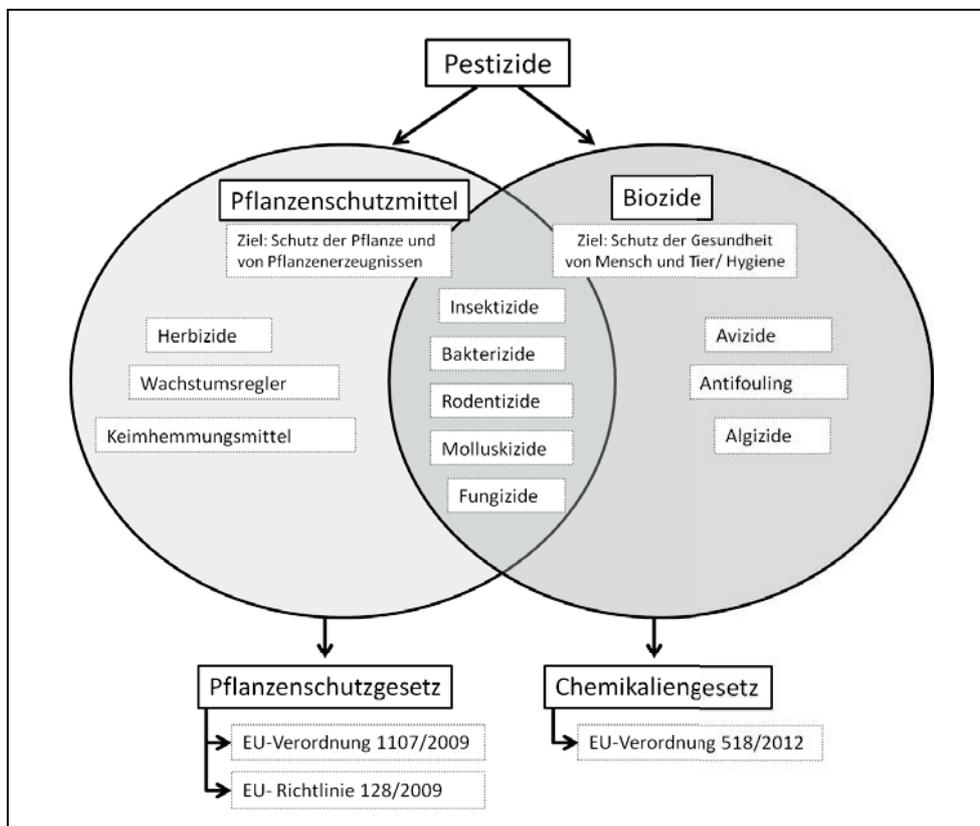


Abb. 1. Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Pflanzenschutzmitteln und Bioziden, verändert nach KRAUSE (2016).

bereits als direkte Folge der Anwendung unnötig mit Biozidprodukten belastet wird (SALYANI und CROMWELL, 1992). Insbesondere wenn Biozidprodukte durch Sprüh-, Spritz-, Vernebelungsverfahren oder auch staubförmig ausgebracht werden, ist ein erhebliches Risiko für einen Austrag durch z.B. Abdrift in angrenzende Umweltkompartimente gegeben. Da in Deutschland derzeit ein Großteil der auf dem Markt befindlichen Biozidprodukte aufgrund bestehender Übergangsregelungen noch ungeprüft verkehrsfähig ist, sind die Kenntnisse über die Art und Weise, wie Biozidprodukte in den verschiedenen Produktarten angewendet werden, noch sehr lückenhaft (EU, 2014; ANONYM, 2017c). Im Unterschied zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, zu der zahlreiche Daten über Abdrift verfügbar sind, sind die Kenntnisse zur Ausbringungsgenauigkeit von Biozidprodukten sowie der damit verbundenen Abdrift sehr begrenzt. Daher soll die Übertragbarkeit der im Pflanzenschutz betrachteten Anwendungsszenarien auf die Umweltexpositionsbewertung der entsprechenden Biozidanwendungen untersucht werden.

Ziel dieses Beitrags ist es zunächst eine umfassende Übersicht über all jene Anwendungsbereiche und die zugehörigen Anwendungstechniken zu erstellen, bei denen Biozidprodukte aller Produktarten durch Sprühen, Spritzen, Vernebeln oder vergleichbare Ausbringungsformen, wie z.B. Stäuben, appliziert werden. Es werden alle diejenigen Anwendungen identifiziert, bei denen während der Ausbringung ein direkter Austrag in angrenzende Umweltkompartimente durch Abdrift zu erwarten ist. Die Übertragbarkeit der im Pflanzenschutz geltenden Regeln und Szenarien soll später darauf aufbauend untersucht werden.

Ergebnisse der Recherche

Im Folgenden sind die 22 Produktarten (PA) den vier Hauptgruppen zugeordnet und relevante Anwendungstechniken mit Abdriftpotential beschrieben:

Hauptgruppe 1. Desinfektionsmittel

PA 1. Menschliche Hygiene: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte, die für die menschliche Hygiene und hauptsächlich zum Zwecke der Haut- oder Kopfhautdesinfektion verwendet werden (BIOZID-VO, 2012). Dies sind Produkte, die auf die menschliche Haut aufgetragen werden oder damit in Berührung kommen (UHLENBROCK, 2014). Produktbeispiele sind Handdesinfektionsmittel, antiseptische oder antimikrobielle Seifen (GARTISER und JÄGER, 2013). Die Luftemission bei dieser PA ist nicht relevant (BAUMANN et al., 2000). Biozidprodukte dieser PA werden nicht mit den abdriftgefährdenden Anwendungstechniken (z.B. Sprühen oder Spritzen) ausgebracht und deswegen ist keine direkte Umweltexposition zu erwarten.

PA 2. Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittel, die nicht für eine direkte Anwendung bei Menschen und Tieren bestimmt sind: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zur Desinfektion von Oberflächen, Stoffen

und Möbeln, die nicht für einen direkten Kontakt mit Lebens- oder Futtermitteln verwendet werden. Die Anwendungsbereiche umfassen unter anderem Badegewässer, Klimaanlage sowie Wände und Böden. Zudem können die Produkte zur Desinfektion von Luft, chemischen Toiletten, Abwässern, Krankenhausabfällen und Erdboden eingesetzt werden (BIOZID-VO, 2012).

Besonders relevante Anwendungsbereiche sind die Flächendesinfektion sowie die Betten-, Raum- und Wäschesdesinfektion (MÜLLER und BLECK, 2008). Flächendesinfektion im öffentlichen und industriellen Bereich sowie in Krankenhäusern wird täglich durchgeführt. Dort werden gebrauchsfertige Produkte oder verdünnte Konzentrate durch Schrubben oder Wischen aufgebracht (RAFFAEL und PLASSCHE, 2011a). Die Bettendesinfektion wird in Bettendesinfektionsanlagen durchgeführt (BODENSCHATZ, 2012). Raumesdesinfektion wird mit Formaldehyd durch Vernebelung in umschlossenen Räumen von Anwendern mit Sachkundenachweis durchgeführt (BODENSCHATZ, 2012). Die Desinfektion von Wäsche hat nur im privaten Bereich Relevanz (MÜLLER und BLECK, 2008) und die Desinfektion von Abfällen und Abwässern erfolgt durch physikalische Verfahren (BODENSCHATZ, 2012). Eine Möglichkeit der Anwendung von Bioziden dieser PA im Außenbereich ist die Bekämpfung von Grünbelägen auf Dächern oder Fassaden. Die Anwendung erfolgt durch Rückenspritzen oder Pumpsprühflaschen (BAUA, 2017e). Deswegen ist eine direkte Umweltexposition durch Abdrift gegeben.

PA 3. Hygiene im Veterinärbereich: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zur Hygiene im Veterinärbereich wie Desinfektionsmittel und Produkte zur Desinfektion von Materialien und Oberflächen, die mit der Unterbringung oder Beförderung von Tieren zusammenhängen (BIOZID-VO, 2012). Besonders relevante Anwendungsbereiche sind die Stalldesinfektion und die Desinfektion von Schuhwerk und Klauen sowie von Melkanlagen (MÜLLER und BLECK, 2008). Für die letzten beiden Anwendungsbereiche ist die Luftemission nicht relevant (MÜLLER und BLECK, 2008; RAFFAEL und PLASSCHE, 2011b). Die Desinfektion von Tierhaltungsanlagen wird am häufigsten in der Geflügel- und Schweinehaltung durchgeführt. Das Ausbringen von Desinfektionsmitteln erfolgt durch Verspritzen oder Versprühen, z.B. durch Hochdruckgeräte (RAFFAEL und PLASSCHE, 2011b). Eine Raumesdesinfektion durch Vernebler- oder Verdampfungsgeräte ist nur in abdichtbaren und relativ kleinen, leeren Stallungen und daher selten möglich (BODENSCHATZ, 2012). Die Desinfektion von Bruteiern erfolgt durch Verneblungs- oder Begasungsverfahren. Normalerweise sind Brütereien mit Luftfiltersystemen ausgestattet, um die Freisetzung von Geruch und Mikroben in die Außenluft zu verhindern. Die Biozidemissionen in die Außenluft sind deshalb begrenzt (RAFFAEL und PLASSCHE, 2011b).

Eine Möglichkeit der Anwendung von Bioziden dieser PA im Außenbereich für den Seuchenschutz ist die Desinfektion von Transportmitteln. Es wird sowohl die Innenseite als auch die Außenseite des Tiertransporters desinfiziert. Die Desinfektion erfolgt täglich, je nach Situation, in unterschiedlichem Umfang (ANONYM, 2009a; RAFFAEL und

PLASSCHE, 2011b). In der Regel wird die Desinfektion des Fahrzeuges unter Einsatz eines Hochdruckreinigers oder einer Rückenspritze durchgeführt, um Verschleppungen mit Hilfe von ständigen Desinfektionsmaßnahmen vom Seuchengehöft oder anderen betroffenen Stellen zu verhindern (ANONYM, 2009a). Es ist nicht geregelt, wo die Biozide eingesetzt werden. Die Desinfektion kann sowohl in geschlossenen Hallen als auch im Freien durchgeführt werden, sobald die Temperatur oberhalb von 10°C liegt (RÖSLER, 2017). Eine direkte Umweltextposition durch Abdrift ist bei der Anwendung im Freien sehr wahrscheinlich.

PA 4. Desinfektionsmittel für den Lebens- und Futtermittelbereich: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zur Desinfektion von Oberflächen, Behältern, Einrichtungen und Leitungen. Dies sind Produkte, die mit der Herstellung, dem Transport, der Lagerung oder dem Verzehr von Lebens-/Futtermitteln für Menschen/Tiere verbunden sind (BIOZID-VO, 2012). Die Anwendung von Desinfektionsmitteln erfolgt durch Sprühgeräte, Wisch-, Einschäum-, Tauch- oder Dampfverfahren (BODENSCHATZ, 2012). Produkte dieser PA werden nur innerhalb von Gebäuden verwendet (BODENSCHATZ, 2017) und deswegen ist keine direkte Umweltextposition durch Abdrift anzunehmen.

PA 5. Trinkwasserdesinfektionsmittel: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zur Desinfektion von Trinkwasser für Menschen und Tiere (BIOZID-VO, 2012). Desinfektionsverfahren nach § 11-Liste der Trinkwasserverordnung sind u.a. die Dosierung von Chlordioxid-Lösungen, Chlorgas-Lösungen, Natrium- und Calciumhypochlorit-Lösungen, Chlor und Ozon (UBA, 2015). Der Verdünnungsschritt fällt zusammen mit dem Anwendungsschritt (MÜLLER und BLECK, 2008). Die Regelung der Zugabe erfolgt über eine Dosieranlage und deswegen ist bei der Anwendung keine direkte Umweltextposition durch Abdrift gegeben.

Hauptgruppe 2. Schutzmittel

PA 6. Schutzmittel für Produkte während der Lagerung: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zum Schutz von Fertigerzeugnissen in Behältern gegen mikrobielle Schädigung, um die Haltbarkeit zu verlängern (BIOZID-VO, 2012). Der Einsatz erfolgt überwiegend im industriellen Produktionsprozess (MÜLLER und BLECK, 2008) und deswegen ist bei der Anwendung keine direkte Umweltextposition durch Abdrift gegeben (URBAN, 2017).

PA 7. Beschichtungsschutzmittel: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zum Schutz von Beschichtungen oder Überzügen gegen mikrobielle Schädigung oder Algenwachstum, um die ursprünglichen Oberflächeneigenschaften von Stoffen oder Gegenständen wie Farben zu erhalten (BIOZID-VO, 2012). Der Einsatz erfolgt überwiegend im industriellen Produktionsprozess (MÜLLER und BLECK, 2008). Diese Biozide werden beispielsweise in Farben, die an Gebäuden verwendet werden, zugefügt und schützen sowohl Produkte als auch Gebäude gegen Moose, Flechten oder Algen (MIGNÉ, 2002).

PA 8. Holzschutzmittel: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zum Schutz von Holz gegen Befall durch

holzerstörende oder die Holzqualität beeinträchtigende Organismen (BIOZID-VO, 2012). Heutzutage werden Produkte der PA 8 von dem Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zugelassen. Einige Produkte, die durch das DIBt zugelassen wurden, dürfen nur noch für kurze Zeit im Außenbereich gespritzt werden. Zeigt sich in dem Ergebnis der Bewertung, dass ein unannehmbares Risiko für Menschen, Tiere oder Umwelt mit einer solchen Verwendung verbunden ist, so wird keine Zulassung erteilt (JORDAN, 2017). Da zukünftig Anwendungen im Außenbereich nicht mehr zugelassen werden, ist keine direkte Umweltextposition durch Abdrift anzunehmen.

PA 9. Schutzmittel für Fasern, Leder, Gummi und polymerisierte Materialien: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zum Schutz von faserigen oder polymerisierten Materialien gegen mikrobielle Schädigung (BIOZID-VO, 2012). Der Einsatz von Produkten dieser PA erfolgt überwiegend im industriellen Produktionsprozess (MÜLLER und BLECK, 2008) und deswegen ist bei der Anwendung keine direkte Umweltextposition durch Abdrift vorhanden (URBAN, 2017). Solche Szenarien sind in den Emissions-szenario-Dokumenten dementsprechend nicht vorgesehen (ANONYM, 2017b).

PA 10. Schutzmittel für Baumaterialien: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zum Schutz von Mauerwerk oder anderen Baumaterialien außer Holz gegen Befall durch Algen und Schadmikroorganismen (BIOZID-VO, 2012). Als untersuchungsrelevant wird die biozide Vorbehandlung von Fassadenflächen angesehen. Applikationstechniken sind Sprühen, Rollen oder Streichen (MÜLLER und BLECK, 2008). Einige Autoren fassen die PA 7 und 10 zusammen (MIGNÉ, 2002; GARTISER et al., 2015). SCHERER (2017) erklärt, dass die Biozide normalerweise direkt in die Bauprodukte, wie z. B. in die Fassadenfarben, Dachbahnen oder Dichtungsmassen eingearbeitet werden. Die Biozide an sich werden also üblicherweise nicht separat auf die Außenfassaden aufgebracht. Die Fassadenfarbe ist insofern vergleichbar mit einer Biozid-behandelten Folie oder Textilie, die selbst auch keine Biozidprodukte darstellen, sondern eine behandelte Ware. Fassadenfarben mit Filmschutz werden teilweise auch mit Airless-Spritzgeräten aufgetragen (KRAMBERGER-KAPLAN, 2017) und daher ist eine direkte Umweltextposition durch Abdrift anzunehmen. KRAMBERGER-KAPLAN (2017) ergänzt, dass die separate Anwendung nur in seltenen Einzelfällen geschieht, wenn vorhandener Pilz- und/oder Algenbefall mit einem Biozid der Produktart 2 oder 10 entfernt wird (Bekämpfung von Grünbelägen).

PA 11. Schutzmittel für Flüssigkeiten in Kühl- und Verfahrenssystemen: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zum Schutz von Flüssigkeiten in Kühl- und Verfahrenssystemen gegen Befall durch Schadorganismen (BIOZID-VO, 2012). Der Einsatz von Produkten dieser PA erfolgt überwiegend im industriellen Produktionsprozess (MÜLLER und BLECK, 2008) und deswegen ist bei der Anwendung keine direkte Umweltextposition durch Abdrift gegeben (URBAN, 2017).

PA 12. Schleimbekämpfungsmittel: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte, die die Schleimbildung auf Materialien, Einrichtungen und Gegenständen verhindern (BIOZID-VO, 2012). Der Einsatz von Produkten dieser PA erfolgt überwiegend im industriellen Produktionsprozess (MÜLLER und BLECK, 2008). Deswegen ist bei der Anwendung keine direkte Umweltexposition durch Abdrift anzunehmen (URBAN, 2017).

PA 13. Schutzmittel für Bearbeitungs- und Schneidflüssigkeiten: Diese Produktart umfasst Schutzmittel gegen mikrobielle Schädigung in Flüssigkeiten, die zum Schneiden von Metall oder anderen Materialien verwendet werden (BIOZID-VO, 2012). Der Einsatz von Produkten dieser PA erfolgt überwiegend im industriellen Produktionsprozess (MÜLLER und BLECK, 2008). Bei der Anwendung ist keine direkte Umweltexposition durch Abdrift anzunehmen (URBAN, 2017).

Hauptgruppe 3. Schädlingsbekämpfungsmittel

PA 14. Rodentizide: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte, die Mäuse und andere Nagetiere bekämpfen (BIOZID-VO, 2012). Für den landwirtschaftlichen Einsatz und den allgemein großflächigeren Einsatz werden imprägnierte Körner, Pellets, Kontaktgifte oder eine Begasung verwendet (MÜLLER und BLECK, 2008). Die meisten Rodentizide werden als Köder (imprägnierte Körner, Pellets, Wachsblöcke oder Pastenköder) angewendet (GARTISER et al., 2015). Das Begasungsmittel Aluminiumphosphid wird auch im Außenbereich durch sachkundige Verwender zur Bekämpfung von Wanderratten und Wühlmäusen verwendet (BAUA, 2017b). Das Begasungsmittel erfordert besondere Sicherheitsmaßnahmen und/oder Vorrichtungen zur wirksamen und sicheren Verwendung (GARTISER et al., 2015). Da es sich um Gase und nicht um Flüssigkeitstropfen oder feste Partikel handelt, fällt dies nicht unter die Definition der Abdrift und wird hier nicht weiter betrachtet.

PA 15. Vogelbekämpfungsmittel: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte die Vögel bekämpfen (BIOZID-VO, 2012). Diese Biozidproduktart ist in Deutschland aus Tierschutzgründen nicht zulässig (UBA, 2017).

PA 16. Bekämpfungsmittel gegen Mollusken und Würmer und Produkte gegen andere Wirbellose: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte die Schnecken, Würmer und Wirbellose bekämpfen (BIOZID-VO, 2012). Produkte, die Molluskizide enthalten, aber keine Pflanzenschutzmittel sind, werden in Deutschland nur selten vermarktet. Es gibt keinen genehmigten Wirkstoff und daher keine zugelassenen Molluskizide, die zur PA 16 gehören (BAUA, 2017e).

PA 17. Fischbekämpfungsmittel: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte die Fische bekämpfen (BIOZID-VO, 2012). Diese Biozidproduktart ist in Deutschland aus Tierschutzgründen nicht zulässig (UBA, 2017).

PA 18. Insektizide, Akarizide und Produkte gegen andere Arthropoden: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte die Arthropoden bekämpfen (BIOZID-VO, 2012). Begasungsmittel werden nur im Innenbereich durch berufsmäßige Verwender mit Zusatzqualifikation verwen-

det (BAUA, 2017a). Beispiele hierfür sind: Silos, Flachlager, Sackstapel, Lagerräume, Container, andere gasdichte Behälter und Frachträume von Schiffen (Begasung und Belüftung nur an Anlegestellen im Hafen erlaubt).

Möglichkeiten der Anwendungen von Bioziden dieser PA im Außenbereich sind: Bekämpfung von fliegenden und kriechenden Insekten im Umfeld von Gebäuden; Wespenbekämpfung; Bekämpfung von Eichenprozessions-spinnern (EPS) und Mückenbekämpfung (OECD, 2008; BECKER, 2017; FREISE, 2017; LOCH, 2017). Eine direkte Umweltexposition durch Abdrift ist bei den Anwendungen im Außenbereich gegeben. Aufgrund der Bedeutung werden einige Anwendungsbereiche näher ausgeführt:

Bekämpfung von fliegenden und kriechenden Insekten im Umfeld von Gebäuden und Bekämpfung von Larven im Misthaufen: Beispiele von Wirkstoffen sind: Cypermethrin und eine Kombination aus Cypermethrin und Tetramethrin. Es wird empfohlen die Außenwände etwa 1 m hoch einzusprühen und einen 1 m breiten Streifen um das Gebäude herum zu besprühen (PPS, 2014). Zudem werden auch Misthaufen mit Larviziden behandelt. Diese sind meist im Außenbereich zu finden (FREISE, 2017).

Wespenbekämpfung: Das Biozid wird direkt in Nester gespritzt oder gestäubt (LOCH, 2017). Zum Spritzen gibt es z.B. die Wirkstoffe Permethin und Esbiothrin (Delicia Wespex-Depot), die unverdünnt mit einer Aerosol-Sprühdose oder den üblichen Rückenspritzen ausgebracht werden (DELICIA, 2010). Zum Stäuben gibt es den Wirkstoff Bendiocarb (Ficam D). Die Anwendung eines Stäubepreparates sollte durch professionelle Schädlingsbekämpfer durchgeführt werden (SCHNEIDER et al., 2008). Dies ist jedoch nicht vorgeschrieben.

Bekämpfung von EPS: Zur Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners zum Schutz der menschlichen Gesundheit stehen derzeit Biozidprodukte mit den Wirkstoffe *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk) und Margosa-Extrakt zur Verfügung (BAUA, 2017a). Diese Biozidprodukte dürfen nur durch berufsmäßige und im Fall von Margosa-Extrakt darüber hinaus nur durch sachkundige Verwender angewendet werden. Biozidprodukte auf Basis von Btk können mit verschiedenen Methoden ausgebracht werden: die direkte Bodenapplikation oder das Spritzen mit Hebebohlen, bei denen jeweils mit Bodengeräten gespritzt wird (3 l/ha in 600 l Wasser/ha) und die Spritzung mit Luftfahrzeugen (3 l/ha in mind. 35 l Wasser/ha). Der Einsatz erfolgt in drei verschiedenen Anwendungsbereichen: 1. Flächen für die Allgemeinheit und private Grundstücke mit hohem Baumbestand, 2. Alleen und 3. Wald- ränder angrenzend an Siedlungsbereiche (BAUA, 2017d).

Mückenbekämpfung: Zur Bekämpfung von Mücken wird *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) eingesetzt. Ein Beispiel für die Ausbringung von Bti ist die Bekämpfung von Mückenplagen am Oberrhein. Ein großer Teil der Anwendung erfolgt mit Eisgranulat per Hubschrauber. Bei der Herstellung des Eisgranulats werden 1.000 Liter Wasser mit 40 kg Bti-Puder (VectoBac WG) gemischt und in ein zirkulierendes Stickstoffbad in einer speziellen Eismaschine geträufelt. Pro Hektar werden 10–15 kg des Eisgranulats ausgebracht (BECKER, 2017). Die Anwendung

kann auch mit der Rückenspritze erfolgen. Es wird Vecto-Bac WG mit einer Konzentration von durchschnittlich 250 bis 500 g Bti-Puder in 10 l Wasser verwendet (SCHNEIDER et al., 2008; BECKER, 2017). Von einer direkten Umweltexposition durch Abdrift ist nicht auszugehen.

PA 19. Repellentien und Lockmittel: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte die Schadorganismen fernhalten oder locken (BIOZID-VO, 2012). 15 Produkte mit dem Wirkstoff DEET sind durch die BAuA zur Anwendung auf der Haut für nicht-berufsmäßige Verwender zugelassen (BAuA, 2017f). BECKMANN (2017) erklärt, dass Repellentien am häufigsten gegen Motten (Pheromone) und Marder verwendet werden. LOCH (2017) ergänzt, dass gegen Insekten am/im Tier nicht Biozide sondern Tierarzneimittel eingesetzt werden. In der Landwirtschaft gibt es Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen Tierarzneimitteln und Biozidprodukten (SCHNEIDER et al., 2008).

Im Außenbereich werden Repellentien beispielsweise zur Bremsenabwehr in der Pferdehaltung verwendet. SCHNEIDER et al. (2008) untersuchten den Wirkstoff Geraniol, der mit einer Pumpsprühflasche aufgebracht werden kann. Das Produkt kann direkt auf die Haut gesprüht werden und deswegen ist bei der Anwendung eine direkte Umweltexposition durch Abdrift anzunehmen. Manche Anwender sprühen das Produkt auch auf einen Schwamm und reiben das Tier damit ein, was die Umweltexposition durch Abdrift reduziert.

PA 20. Produkte gegen sonstige Wirbeltiere: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zur Bekämpfung von Wirbeltieren die nicht bereits unter die anderen Produktarten dieser Hauptgruppe fallen (BIOZID-VO, 2012). Diese Biozidproduktart ist in Deutschland aus Tierschutzgründen nicht zulässig (UBA, 2017).

Hauptgruppe 4. Sonstige Biozidprodukte

PA 21. Antifouling-Produkte: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte, die das Wachstum von bewuchsbildenden Organismen z.B. an Wasserfahrzeugen bekämpfen (BIOZID-VO, 2012). Die Antifouling-Produkte werden sowohl mit Pinsel und Rolle als auch mit Airless-Verfahren verwendet (KOCH et al., 2004). Zeigt sich in dem Ergebnis der Bewertung, dass ein unannehmbares Risiko für Menschen, Tiere oder Umwelt mit der Verwendung von Airless-Verfahren im Freiland verbunden ist, so kann keine weitere Zulassung erteilt werden (JORDAN, 2017). Zusätzlich müssen die bei der Wirkstoffgenehmigung festgelegten Anwendungsbedingungen bei der Zulassung entsprechender Biozidprodukte eingehalten werden (JORDAN, 2017). Gemäß der Genehmigungen von Antifouling-Wirkstoffen ist auf dem Produktetikett und, falls vorhanden, auf dem beiliegenden Sicherheitsdatenblatt zugelassener Produkte anzugeben, dass die Anwendung in einem abgegrenzten Bereich erfolgen muss (EU, 2015b; EU, 2016). Eine direkte Umweltexposition durch Abdrift kann damit zwar nicht ausgeschlossen werden, ist bei korrekter Anwendung aber nicht anzunehmen.

PA 22. Flüssigkeiten zur Einbalsamierung und Taxidermie: Diese Produktart umfasst Biozidprodukte zur Des-

infektion und Konservierung von Leichen oder Tierkadavern oder Teilen davon (BIOZID-VO, 2012). Der Einsatz wird in geschlossenen Gebäuden (z.B. Labore der Anatomie und Krankenhäuser) durchgeführt. Deswegen ist bei der Anwendung keine direkte Umweltexposition durch Abdrift gegeben. Rückstände befinden sich hauptsächlich im Abwasser (Taxidermie, Einbalsamierung) und im Erdboden (Einbalsamierung) (TISSIER und MIGNE, 2001; VAN DER POEL und BAKKER, 2002).

Schlussfolgerungen

Ziel dieser Studie war es, eine umfassende Übersicht über all jene Anwendungsbereiche und die zugehörigen Anwendungspraktiken zu erlangen, bei denen Biozidprodukte aller Produktarten durch Sprühen, Spritzen, Vernebeln oder vergleichbare Ausbringungsformen, wie z.B. Stäuben, appliziert werden. Die nachfolgende Tab. 1 zeigt eine abgestimmte Prioritätenliste hinsichtlich der Bedeutung der Anwendungsbereiche, in denen eine direkte Umweltexposition durch Abdrift auftreten kann.

Am bedeutendsten ist die EPS-Bekämpfung, die überwiegend durch Sprühanwendungen erfolgt (SCHÄFERHENRICH et al., 2017). Bei Sprühkanonen erzeugen Düsen am Gebläsekopf eine Sprühwolke, die sehr abdriftanfällig ist. Das Gerät erzeugt sehr hohe Luftgeschwindigkeiten, um die Spritzflüssigkeit in die Bäume transportieren zu können (BALSARI et al., 2014). Erste Tastversuche zur Messung der Abdrift bei der Applikation mit einer Sprühkanone am Einzelbaum wurden im Jahr 2013 durchgeführt (GOFF et al., 2014). Die Ergebnisse zeigen, dass der verwendete Tracer in bis zu 50 m Entfernung gefunden werden konnte. Mit Hilfe weiterer Versuche sollte die Abdrift bis zu 100 m am Einzelbaum, in Alleen und am Waldrand abgeschätzt werden. Ein anderes Gerät zur EPS-Bekämpfung ist das rückengetragene, handgeführte Motorsprühgerät. Das Tröpfchenspektrum bei diesem Gerätetyp liegt zwischen 50 und 150 μm (SOMMER, 2006). Der Volumenanteil von Tropfen kleiner als 100 μm ist besonders abdriftanfällig (FRANKE et al., 2010). Dies bedeutet, dass bei diesem Gerätetyp mit Abdrift zu rechnen ist. Darüber hinaus ist das Abdriftpotential sogar noch höher, wenn das Produkt an einer höheren Position unter Verwendung einer Hebebühne gesprüht wird. Auch bei der EPS-Bekämpfung sollte, aufgrund des hohen Abdriftpotenzials, eine Anwendung mit Luftfahrzeugen nur als letzte Applikationsmöglichkeit betrachtet werden und ausschließlich bei großflächigem, starkem Befall ausgedehnter Baumbestände erfolgen (EU, 2009a; BAuA, 2017d). Daher sollte die Abdrift in Alleen und am Waldrand in Versuchen gemessen werden.

An zweiter Stelle sollte die Abdrift bei der Applikation mittels Rückenspritze untersucht werden. Dazu gehören die Anwendungsbereiche: Bekämpfung von fliegenden und kriechenden Insekten im Umfeld von Gebäuden, Desinfektion von Transportmitteln, Bekämpfung von Grünbelägen auf Wegen, Terrassen und Mauerwerk sowie die Mücken- und Wespenbekämpfung. Einige Ergebnisse zei-

Tab. 1. Prioritätenliste der Anwendungsbereiche in denen eine direkte Umweltextposition durch Abdrift auftreten kann.

Produktart	Anwendungsbereiche	Anwendungstechnik
18	Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners (Einzelbaum, Alleen und Waldränder angrenzend an Siedlungsbereiche)	Bodenanwendung: Spritzen mit Bodengeräten, mit der Hebebühne: Spritzen mit Bodengeräten, mit Luftfahrzeugen
18	Bekämpfung von fliegenden und kriechenden Insekten im Umfeld von Gebäuden und Bekämpfung von Larven im Misthaufen	Rückenspritze
3	Desinfektion von Transportmitteln	Rückenspritze, Hochdruckreiniger
2 und 10	Bekämpfung von Grünbelägen auf Wegen, Terrassen und Mauerwerk	Rückenspritze, Pumpsprühflasche
18	Mückenbekämpfung	Rückenspritze
7 und 10	Fassadenschutz	Airless-Spritzgeräte
18	Wespenbekämpfung	Rückenspritze, Stäubegeräte, Aerosol-Sprühdose
19	Repellentien zur Bremsenabwehr in z.B. der Pferdehaltung	Pumpsprühflasche

gen, dass sich die Abdrift von Rückenspritzern, die im Bereich Pflanzenschutzmittel verwendet werden, unter bestimmten Bedingungen, kaum von der Abdrift von anderen Feldspritzern unterscheidet. Die Abdrift kann aufgrund der Schwierigkeit, Spritzendruck, -höhe und -winkel konstant beizubehalten, sogar höher sein (FRANKE et al., 2010). Die Applikationen wurden bei allen Versuchen nach unten ausgerichtet und die Behandlungen wurden in einer Höhe von etwa 80 bis 100 cm über dem Boden durchgeführt (THISTLE et al., 2017). Bei den in der Prioritätenliste angegebenen Anwendungsbereichen sind die Applikationen nach vorn oder nach oben ausgerichtet. Diese Charakteristik wurde auch in der Anwendung mittels Airless-Spritzgerät und Hochdruckreiniger für die Desinfektion von Transportmitteln und den Fassadenschutz eingehalten (KOCH et al., 2004; ANONYM, 2009a). Für diese Verfahren wird eine höhere Abdrift im Vergleich zu Rückenspritzern erwartet.

Abschließend werden die Geräte Aerosol-Sprühdose, Stäubegerät und Pumpsprühflasche für die Wespenbekämpfung und Repellentien zur Bremsenabwehr in der Prioritätenliste dargestellt. Obwohl die Tröpfchengröße bei der Anwendung dieser Geräte geringer als 100 µm ist, was das Driftpotential erhöht, werden diese Geräte nur in sehr geringem Umfang eingesetzt (SCHNEIDER et al., 2008; FRANKE et al., 2010). Wegen ihrer geringen Bedeutung werden diese Geräte ans Ende der Prioritätsliste gesetzt.

Die hier vorgestellte Analyse zeigt all jene Anwendungen, bei denen davon auszugehen ist, dass Biozidprodukte aller PA aufgrund des jeweiligen Anwendungsbereichs, der Art und Weise der Ausbringung sowie der Ausbringengenauigkeit der in Frage kommenden Gerätetechnik, in angrenzende Umweltkompartimente eingetragen werden können. Die Anwendungsbereiche und die zugehörigen Anwendungspraktiken sind sehr unterschiedlich. Im nächsten Schritt sollen die für die Umweltextpositionsbewertung erforderlichen Kennwerte mit repräsentativen experimentellen Untersuchungen ermittelt werden.

Danksagung

Dieses Vorhaben wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Umweltforschungsplanes – Forschungskennzahl 3716 67 404 0 erstellt und mit Bundesmitteln finanziert.

Literatur

- ANONYM, 2009a: Richtlinie des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über Mittel und Verfahren für die Durchführung der Desinfektion bei anzeigepflichtigen Tierseuchen, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tiergesundheit/Tierseuchen/Desinfektionsrichtlinie.pdf?jssessionid=61452334A93316BDD352AB6F129D6063.2_cid296?__blob=publicationFile>, 28.02.2017.
- ANONYM, 2009b: Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden. L 309/71. Amtsblatt der Europäischen Union, L 309/71.
- ANONYM, 2017a: Agricultural pesticides and biocides. 05.10.2017, URL: <http://www.oecd.org/chemicalsafety/pesticides-biocides/>.
- ANONYM, 2017b: Emission scenario documents. 11.04.2017, URL: <https://echa.europa.eu/guidance-documents/guidance-on-biocides-legislation/emission-scenario-documents>.
- ANONYM, 2017c: Übergangsregelungen für Altwirkstoffe. URL: 11.07.2017, URL: https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/Biozide/Wirkstoffe/uebergangsregelungen/uebergangsregelungen_content.html.
- BALSARI, P., P. MARUCCO, G. DORUCHOWSKI, H. OPHOFF, M. ROETTELE, 2014: TOPPS-Prowadis-Empfehlungen zur Reduzierung der Abdrift bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln. in Train Operators to Promote Practices & Sustainability (TOPPS): 54.
- BAUA, 2017a: Liste der in Deutschland zugelassenen Biozidprodukte in der Produktart 18 (Insektizide, Akarizide und Produkte gegen andere Arthropoden), 13.02.2017, URL: <http://www.baua.de>.
- BAUA, 2017b: Liste der in Deutschland zugelassenen Biozidprodukte in der Produktart 14 (Rodentizide), 23.01.2017, URL: https://www.baua.de/DE/Themen/Anwendungssichere-Chemikalien-und-Produkte/Chemikalienrecht/Biozide/pdf/Rodentizide.pdf?__blob=publicationFile&v=7.
- BAUA, 2017d: Anwendungsbestimmungen für das Biozid-Produkt Dipel ES, 13.02.2017, URL: https://www.baua.de/SiteGlobals/Layout/DataViews/Datarecord_DBTool-Helper-BlobJSP-Biozide.html?view=renderDatarecordBlob&blobId=318.
- BAUA, 2017e: Liste der Biozidprodukte, die in Deutschland aufgrund eines laufenden Entscheidungsverfahrens auf dem Markt bereit-

- gestellt und verwendet werden dürfen, 13.02.2017, URL: . <http://www.baua.de>.
- BAUÄ, 2017f: Liste der in Deutschland zugelassenen Biozidprodukte in der Produktart 19 (Repellentien und Lockmittel), 20.10.2017, URL: . <http://www.baua.de>.
- BAUMANN, W., K. HESSE, D. POLLKLÄSNER, K. KÜMMERER, T. KÜMPEL, 2000: Gathering and review of Environmental Emission Scenarios for biocides. INFU, University of Dortmund.
- BECKER, N., 2017: Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage (KABS); Telefonisches Gespräch, Kanne-Schludde, D., 26.01.2017.
- BECKMANN, A., 2017: Deutscher Schädlingsbekämpfer Verband e.V. Telefonisches Gespräch, Kanne-Schludde, D., 18.01.2017.
- BEINUM, W. S. BEULKE, 2010: Collection and evaluation of relevant information on crop interception for the revision of the Guidance Document on Persistence in Soil. EFSA Supporting Publications 7 (10).
- BIOZID-VO, 2012: Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten. Amtsblatt der Europäischen Union, L 167.
- BODENSCHATZ, W., 2012: Kompaktwissen Desinfektion: Das Handbuch für Ausbildung und Praxis. Hamburg.
- BODENSCHATZ, W., 2017: Fachschule für Hygientechnik, Telefonisches Gespräch, Kanne-Schludde, D., 27.01.2017.
- DELICIA, 2010: Produktinformation – Wespex Depot.
- EU, 2009a: Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden. Straßburg, Amtsblatt der Europäischen Union, L 309/71.
- EU, 2009b: Verordnung (eg) nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln, Amtsblatt der Europäischen Union, L 309/1.
- EU, 2014: Commission delegated Regulation (EU) No 1062/2014 of 4 August 2014 on the work programme for the systematic examination of all existing active substances contained in biocidal products referred to in Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the Council. Brüssel, Official Journal of the European Union, L 294/1.
- EU, 2015b: Durchführungsverordnung (EU) 2015/1731 der Kommission vom 28. September 2015 zur Genehmigung von Medetomidin als Wirkstoff zur Verwendung in Biozidprodukten der Produktart 21. Brüssel, Amtsblatt der Europäischen Union, L 252/33.
- EU, 2016: Durchführungsverordnung (EU) 2016/1088 der Kommission vom 5. Juli 2016 zur Genehmigung von Kupferflocken (beschichtet mit einem Film aus aliphatischer Säure) als alten Wirkstoff zur Verwendung in Biozidprodukten der Produktart 21. Brüssel, Amtsblatt der Europäischen Union, L 180/21.
- FRANKE, A., C. KEMPENAR, H. HOLTERRMAN, J. VAN DE ZANDE, 2010: Spray drift from Knapsack sprayers: a study conducted within the framework of the Sino-Dutch Pesticide Environmental Risk Assessment Project PERAP. Plant Research International.
- FREISE, J., 2017: Fachbereichs Schädlingsbekämpfung (Niedersächsischen Landesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit – LAVES); Telefonisches Gespräch, Kanne-Schludde, D., 10.01.2017.
- GARTISER, S., M. BURKHARDT, R. GROß, M. CALLIERA, 2015: Reduction of environmental risks from the use of biocides: Environmental sound use of disinfectants, masonry preservatives and rodenticides, Umweltbundesamt, 53/2015.
- GARTISER, S., I. JÄGER, 2013: Efficiency and practicability of risk mitigation measures for biocidal products with focus on disinfectants, Umweltbundesamt, 30/2013.
- GARTISER, S., H. LÜSKOW, R. GROß, 2012: Thematic Strategy on Sustainable Use of Plant Protection Products. – Prospects and Requirements for Transferring Proposals for Plant Protection Products to Biocides. Umweltbundesamt, 06/2012.
- GOFF, P., S. NOLTE, N. BRÄSICKE, M. KREBS, 2014: Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners im Urbanen Grün: Vorversuche zum Einsatz der Sprühanne als Applikationstechnik für Pflanzenschutz und Biozidanwendungen. JKI (Hrsg.): 59. Deutsche Pflanzenschutztagung: 23. - 26. September 2014, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg; (Julius-Kühn-Archiv 447), Quedlinburg, 588-589.
- HEWITT, A., 2000: Spray drift: impact of requirements to protect the environment. Crop Protection 19 (8), 623-627.
- JORDAN, J., 2017: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Emailkontakt. D. Kanne-Schludde. 30.05.2017.
- KOCH, W., E. BERGER-PREIß, A. BOEHNCKE, G. KÖNNECKER, I. MANGELSDORF, 2004: Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von Biozid-Produkten Teil 1: Inhalative und dermale Expositionsdaten für das Versprühen von flüssigen Biozid-Produkten, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, F 1702.
- KRAMBERGER-KAPLAN, H., 2017: Dr. Robert-Murjahn-Institut GmbH, Persönliche Mitteilung. D. Kanne-Schludde. 14.02.2017.
- KRAUSE, M., 2016: Chemikalienzulassungsverfahren – Vergleich von 5 Verfahren. Dissatation, Fachgebiet Sicherheitstechnik und Arbeitssicherheit, Bergische Universität Wuppertal.
- LOCH, K., 2017: DEULA Rheinland GmbH Bildungszentrum, Telefonisches Gespräch, Kanne-Schludde, D., 18.01.2017.
- MIGNÉ, V., 2002: Supplement to the methodology for risk evaluation of biocides – Emission scenario document for biocides used as masonry preservatives (Product type 10), 15.02.2017, URL: https://echa.europa.eu/documents/10162/16908203/pt10_masonry_preservatives_en.pdf/5bab4221-3156-4d4e-a57c-ab0cdc42ea18.
- MÜLLER, A., D. BLECK, 2008: Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten Teil 2: Sicherer Umgang mit Konzentrat. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, F 1703.
- OECD, 2008: Emission scenario document for insecticides, acaricides and products to control other arthropods for household and professional uses. ENV/JM/MONO, 188.
- PPS, 2014: Der Kammerjäger – Katalog 2014. 692.
- RAFFAEL, B., E. PLASSCHE, 2011a: Emission Scenario Document for Product Type 2. – Private and public health area disinfectants and other biocidal products. JRC Scientific and Technical Reports.
- RAFFAEL, B. E. PLASSCHE, 2011b: Emission Scenario Document for Product Type 3. – Veterinary hygiene biocidal products. JRC Scientific and Technical Reports.
- RÖSLER, U., 2017: Institut für Tier- und Umwelthygiene; Telefonisches Gespräch, Kanne-Schludde, D., 06.02.2017.
- SALYANI, M., R. CROMWELL, 1992: Spray drift from ground and aerial applications. American Society of Agricultural Engineers 35 (4), 1113-1120.
- SCHÄFERHENRICH, A., A. BAUMGÄRTEL, M. ROITZSCH, F. BURGMANN, K. LUDWIG-FISCHER, C. GROßKOPF, T. GÖEN, R. HEBISCH, U. SCHLÜTER, 2017: Vergleichende Untersuchung zur Exposition von Arbeitnehmern und Dritten bei der Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners mittels Sprühanwendungen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, F 2343.
- SCHERER, C., 2017: Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abteilung Bauchemie, Biobiologie, Hygiene Emailkontakt, Kanne-Schludde, D., 02.02.2017.
- SCHNEIDER, K., J. OLTMANN, S. GARTISER, 2008: Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten Teil 3: Expositionsszenarien und Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Anwendung von Molluskiziden, Insektiziden, Repellentien und Lockmitteln. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, F 1922.
- SOMMER, J., 2006: Steckbriefe der wichtigsten Gerätschaften zur Schädlingsbekämpfung – Lieferantenverzeichnis -. In: *Handbuch für den Schädlingsbekämpfer*. Ed. BODENSCHATZ, W., Behr's Verlag.
- THISTLE, H.W., J.A. BONDS, G.J. KEES, B.K. FRITZ, 2017: Evaluation of Spray Drift from Backpack and UTV Spraying, American Society of Agricultural and Biological Engineers, 60, (1), 41-50.
- TISSIER, C., V. MIGNÉ, 2001: Supplement to the methodology for risk evaluation of biocides- Emission scenario document for biocides used in taxidermy and embalming processes (Product type 22). 16.02.2017, URL: https://echa.europa.eu/documents/10162/16908203/pt22_embalming_and_taxidermist_fluids_en.pdf/207bec23-81d2-4523-87c3-ce101e63d4ea.
- UBA, 2015: Bekanntmachung der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung – 18. Änderung –, 08.02.2017, URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/18_bekanntmachung_der_liste_der_aufbereitungsstoffe_und_desinfektionsverfahren_gemaess_ss_11_trinkwv_2001_mit_angezeigten_aenderungen.pdf.
- UBA, 2017: Was sind Biozid-Produkte? - Biozid-Portal: Schädlinge? Alternative Maßnahmen, 02.02.2017, URL: <http://www.biozid.info/deutsch/biozidprodukte/>.
- UHLENBROCK, K., 2014: Wirksamkeitsbewertung von Desinfektionsmitteln (PT 1-PT 4). 08.02.2017, URL: https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/Veranstaltungen/pdf/2014/140428/140428-03-Uhlenbrock.pdf?__blob=publicationFile&v=2.
- URBAN, K., 2017: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Telefonisches Gespräch, Kanne-Schludde, D., 20.01.2017.
- VAN DER POEL, P., J. BAKKER, 2002: Emission Scenario Document for the Biocides – Emission scenarios for all 23 product types of the Biocidal Products Directive (EU Directive 98/8/EC). RIVM, 349.