

**236-Bräsicke, N.; Berendes, K.-H.**

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

**Auswirkungen des Pflanzenschutzmittels NeemAzal T/S auf Nicht-Ziel-Organismen, am Beispiel der epigäischen Arthropodenzönose eines Kiefernforstes**

*Effects of NeemAzal T/S on ground dwelling non-target organism in pure pine stands*

Chemische Bekämpfungsmaßnahmen in Waldgebieten mit zugelassenen Insektiziden sind im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes immer eine Ultima Ratio, um Insektenmassenvermehrungen und deren Auswirkungen auf die nachhaltige Bewirtschaftung eines multifunktionalen Waldes einzuschränken. Auf Grundlage einer fachkundigen Begutachtung der Landes- und kommunalen Forstverwaltungen – die ein regelmäßiges und flächendeckendes Monitoring mit bewährten Verfahren nutzen, um das jährliche Schadgeschehen unter Beachtung von Witterungsverhältnissen sowie der Präsenz von Schädlingsantagonisten zu beurteilen – kommen Pflanzenschutzmittel nur zum Einsatz, wenn Waldbestände existenziell gefährdet sind. Mit dem Klimawandel wird auch der Waldschutz mit vielen Problemen konfrontiert werden, für deren Lösung integrierte Pflanzenschutzverfahren Anwendung finden. Dazu gehören kombinierte Methoden, bei denen neben biologischen, biotechnischen, pflanzenzüchterischen sowie anbau- und kulturtechnischen Maßnahmen auch der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel gehört, um eine Gefahrensituation einzuschränken. Der notwendige Einsatz von Insektiziden auf Nicht-Zielorganismen birgt jedoch auch Risiken für den Naturhaushalt, einschließlich der biologischen Vielfalt. Folglich besteht Forschungsbedarf zu toxischen Effekten auf ökologische Gilden, die Schlüsselpositionen im Funktionsgefüge von Wald-Ökosystemen einnehmen.

Seit den 90er Jahren treten die Samen bestimmter *Meliaceae* und deren Antifeedant-Wirkung in das weltweite Interesse, zum Beispiel die des Neembaumes (*Azadirachta indica* Adr. Juss., *A. excelsa* (Jack) Jacobs) (KRIEG und FRANZ 1989, DHALIWAL et al., 2004). Kommerzielle Handelsprodukte wurden 1998 erstmals in Deutschland registriert und werden als pflanzliches Insektizid gegen Schadinsekten u. a. im Zierpflanzenbau angewendet bzw. wurden für den Forstbereich beantragt. Genauere Analysen bezüglich der Inhaltsstoffe der Samenkerne zeigten in erster Linie physiologische Wirkungsweisen. Dabei kann das Azadirachtin als Tetranortriterpenoid – aufgenommen durch den Fraß behandelter Pflanzenteile oder über die Körperoberfläche der Insekten bei Kontakt – das Fraßverhalten beeinflussen, starke störende Effekte auf das Hormonsystem (Häutungsstörungen) ausüben und eine Minderung der Fertilität bis zur völligen Sterilität zur Folge haben sowie die Aktivität von Insekten negativ beeinflussen (SCHMUTTERER und HUBER, 2005). Auch die intraspezifische Kommunikation kann behindert werden, weil die Wahrnehmung und Produktion von Sexualpheromonen herabgesetzt und das Auffinden von Sexualpartnern damit verhindert wird (OTTO, 1997, STEPHENS und SCHMUTTERER, 1982). Die Wirkungen von Neemprodukten wurden bisher an mehr als 400 Insektenarten nachgewiesen (SCHMUTTERER und SINGH, 2002; KOUL, 2004), unter ihnen befanden sich u. a. Arten der Lepidoptera (n = 138), Coleoptera (n = 84), Homoptera (n = 28), Diptera (n = 50) und Saltatoria (n = 23), so dass es sich bei den Präparaten mit dem Wirkstoff Azadirachtin um breitenwirksame Insektenbekämpfungsmittel handelt. Trotz des weiten Wirkungsspektrums wird in der Literatur ein spezifischer Effekt, der in erster Linie Larvenstadien schädigt, angegeben. Imagines sollen in vielen Fällen wesentlich weniger oder überhaupt nicht negativ beeinflusst werden, dass auf die relativ geringe Kontaktwirkung des Azadirachtins zurückgeführt wird (SCHMUTTERER und HUBER, 2005). Andere Untersuchungen (LOWERY und ISMAN, 1994; BANKEN und STARK, 1997, 1998) bestätigten jedoch negative Effekte auch auf Nicht-Zielorganismen, die aufgrund der Formulierung von Neempräparaten (inerte Bestandteile) auftraten (STARK, 2004).

Die beschriebene Breitenwirkung u. a. auf die Insektenfauna durch kommerzielle Produkte, die Azadirachtin als Wirkstoff enthalten, war Anlass die Kontaktwirkung des Pflanzenschutzmittels NeemAzal T/S auf Nicht-Zielorganismen im Freiland zu überprüfen, um eine Risikoabschätzung für diese Formulierung auch im Forst zu ermöglichen. In einem Vorversuch (2010/ 2011) wurden mit Hilfe von Bodenphotoelektroden die Effekte auf unterschiedliche Arthropodengruppen exemplarisch in einem Kiefern-Mischbestand untersucht.

**237-Müller, J. O.<sup>1)</sup>; Scharnhorst, T.<sup>1)</sup>; Schenke, D.<sup>2)</sup>; Schönmath, B.<sup>1)</sup>; Büttner, C.<sup>1)</sup>; Pestemer, W.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Humboldt-Universität zu Berlin

<sup>2)</sup> Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

**Kompartiment-bezogener Rückhalt des Rüstungsschadstoffs RDX (Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin) durch Waldkiefern (*Pinus sylvestris*)**

*Compartment-related retention of RDX (hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine) by Scots pine (*Pinus sylvestris*)*

Ehemals und gegenwärtig militärisch genutzte Liegenschaften (Sprengstoffproduktionsstätten und Truppenübungsplätze) nehmen mit einer Gesamtfläche von etwa 10.000 km<sup>2</sup> 2,8 % der Bundesrepublik Deutschland ein.

Ein erheblicher Teil dieser Areale steht im Verdacht, weiträumig mit sprengstofftypischen Verbindungen wie dem Nitraminsprengstoff Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (Royal Demolition eXplosive = RDX, Hexogen) kontaminiert zu sein. RDX ist ein persistenter Bodenschadstoff mit potentiell humantoxischen und kanzerogenen Effekten und Bestandteil vieler Explosivstoffgemische. Aufgrund seiner geringen Bodensorption besitzt RDX eine relativ hohe Bodenmobilität und gefährdet durch Niederschlags-auswaschung die Trinkwasserressourcen. Da Nadelgehölze oftmals die Vegetation von Militärstandorten dominieren und kaum Ergebnisse zur RDX-Aufnahme von Koniferen vorliegen, sollte mit Hilfe von  $^{14}\text{C}$ -markiertem RDX radioanalytisch ermittelt werden, ob Waldkiefern (*Pinus sylvestris* L.) einen Beitrag zur Dekontamination RDX-belasteter Flächen leisten können (Dendroremediation). Es sollte untersucht werden, in welchen Pflanzenteilen RDX akkumuliert wird und wie zuverlässig aufgenommenes RDX in den einzelnen Nadelgehölzkomponenten nachhaltig verbleibt.

In den Aufnahmeversuchen wurden sechsjährige Waldkiefern in hydroponischer Kultur für 14 Tage einer wässrigen Lösung mit  $^{14}\text{C}$ -markiertem RDX bei einer Konzentration von  $30 \text{ mg RDX l}^{-1}$  ausgesetzt. Anschließend erfolgte eine Weiterkultivierung in RDX-freier Lösung für weitere 15 Tage. Vier Wochen nach Versuchsbeginn wurden die Gehölze in ihre Kompartimente (tote und lebende Feinwurzeln, grobe Wurzeln, Wurzelstubben, Holz, Nadeln, Maitriebe) zerlegt, getrocknet und nach Bestimmung ihrer Trockenmassen zu Pulver vermahlen. Konzentrationen und Massenanteile RDX-bürtiger  $^{14}\text{C}$ -Aktivität wurden radioanalytisch ermittelt und als RDX-Äquivalente (RDXeQ) angegeben.

Zur Ermittlung der Auswaschbarkeit wurde je Kompartiment 0,5 g homogenisiertes Pflanzenmaterial in 20 ml deionisiertes Wasser gegeben und über 24 h auf einem Rotationsschüttler ( $180 \text{ U min.}^{-1}$ ) bei Zimmertemperatur inkubiert. Die wassergelösten RDXeQ-Anteile wurden durch LSC-Messung quantifiziert und zur nicht-extrahierten, durch Oxidizerverbrennung bestimmten Restradioaktivität in prozentuale Beziehung gesetzt.

Mit über 65 % wurde der größte Massenanteil der aufgenommenen RDX-Aktivität im Wurzelbereich der Kiefern gefunden. Besonders die lebenden und toten Feinwurzeln wiesen hohe Konzentrationen von 180,8 bzw.  $160,4 \text{ mg RDXeQ kg}^{-1} \text{ TM}$  auf und enthielten aufgrund ihrer Biomasseanteile allein über die Hälfte der bauminkorporierten RDX-Masse.

Die Konzentrationen in oberirdischen Baumteilen (Holz, Nadeln, Maitriebe) lagen in allen Kompartimenten unter  $20 \text{ mg RDXeQ kg}^{-1} \text{ TM}$ . Dadurch trugen die oberirdischen Pflanzenteile nur etwa ein Drittel zur Massenbilanz der gehölzinkorporierten RDX-Radioaktivität bei.

Mit insgesamt 79 % der aufgenommenen RDXeQ-Masse verblieb ein relativ hoher Anteil nicht-auswaschbar in der Biomasse der Kiefern gebunden. Nur für 21 % der gehölzlokalisierten RDX-Massenäquivalente bestand eine Remobilisierungsgefahr durch Auswaschung.

Auffällige Auswaschbarkeitsunterschiede ergaben sich zwischen ober- und unterirdischen Baumteilen. So war die prozentuale Auswaschbarkeit bei Homogenaten toter und lebender Feinwurzeln mit 2,9 % bzw. 4,4 % und bei Grobwurzeln mit 15,5 % relativ gering, wodurch trotz sehr hoher Akkumulations-Konzentrationen im Wurzelgewebe der Anteil wurzellokalisierter RDX-Aktivität mit insgesamt 17 % der auswaschbaren RDXeQ-Masse jedoch verhältnismäßig niedrig ausfiel.

In den oberirdischen Kompartimenten lag die Auswaschbarkeit – mit Ausnahme der Maitriebe (39,6 %) – bei über 50 % der dort lokalisierten RDXeQ-Masse. Allein das remobilisierbare RDX aus der Nadelfraktion machte 28 % des Gesamtaustrags der gehölzinkorporierten RDXeQ aus, weshalb nach dem natürlichen Nadelfall die Gefahr einer RDX-Rückauswaschung aus der Streuschicht in den Boden besteht, aber auch die Möglichkeit einer erneuten Baumaufnahme gegeben ist.

Nadelbäume können durch RDX-Aufnahme und Niederschlagsminderung einen effektiven Beitrag zum RDX-Rückhalt auf belasteten Flächen leisten. Es bestehen jedoch Remobilisierungs-Restrisiken, insbesondere aus den Nadeln. Vollständige Aussagen zur Nachhaltigkeit des RDX-Verbleibs können erst getroffen werden, wenn das Langzeitschicksal von RDX nach Absterben der Nadelbäume geklärt ist.