

Bibl. Angaben am Ende des Dokuments; <http://orgprints.org/00002133/>

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Vorwort (S. Kühne).....	5
<b>Zulassungssituation und Indikationslücken von niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln und ihre Verwendung im Rahmen von „Ökolisten“ (Anhang II der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 und Liste § 6a Pflanzenschutzgesetz).....</b>	<b>6</b>
Anwendungen für zugelassene Pflanzenschutzmittel mit den Wirkstoffen Azadirachtin und Pyrethrine (U. Meier).....	6
Zum Schließen von Lückenindikationen mit azadirachtin- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln (K. Lindner) .....	9
Anwendung selbst hergestellter Pflanzenschutzmittel (E. Bode) .....	13
<b>Produktion und Qualitätssicherung von Niem- und Pyrethrumpräparaten.....</b>	<b>17</b>
Niem-Produkte: Herstellung, Standardisierung und Qualitätssicherung (H. Kleeberg).....	17
Produktion und Qualitätssicherung von Pyrethrumpräparaten (A. Prokop) .....	27
<b>Gegenwärtige und zukünftige Anwendungsmöglichkeiten von niem- bzw. pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten im ökologischen Landbau.....</b>	<b>29</b>
Pyrethrum- und Neempräparate im Ökologischen Obstbau (J. Kienzle).....	29
Anwendungsmöglichkeit von NeemAzal-T/S im Gemüsebau (E. Hummel, H. Kleeberg) .....	37
Pyrethrum im ökologischen Gemüsebau (E. Reiners) .....	41
Über einen Versuch zur Bekämpfung des Feldmaikäfers am und im Wald mit NeemAzal-T/S (M. Fröschle).....	43
<b>Bedeutung von Niemprodukten für Entwicklungsländer (C. Hellpap, P. H. Förster).....</b>	<b>50</b>
<b>Auswirkungen von niem- bzw. pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten auf den Naturhaushalt .....</b>	<b>55</b>
Auswirkungen von neem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt (B. Michalski) .....	55
Auswirkungen von niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt – Eine Übersicht über die im Rahmen des Zulassungsverfahrens verwendeten Unterlagen für die Prüfbereiche in der Terrestrik (R. Forster).....	63
<b>Spezifität und Nebenwirkung auf Nutzorganismen von niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten .....</b>	<b>67</b>
Spezifität und Nebenwirkungen auf Nutzorganismen von pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten (A. Prokop).....	67
<b>Toxikologie und Rückstandssituation bei niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten .....</b>	<b>69</b>
Toxikologische Bewertung von NeemAzal und Pyrethrum (L. Niemann).....	69
Rückstandssituation bei neem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten (L. Hüther).....	78
Abschätzung des Rückstandsverhaltens von NeemAzal-T/S aus Analysen der Leitsubstanz Azadirachtin A (B. Ruch, H. Kleeberg).....	85
<b>Zusammenfassung und Ausblick (E. Bode).....</b>	<b>89</b>



## Vorwort

Die Institute für integrierten Pflanzenschutz und für biologischen Pflanzenschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) führten am 6. Juni 2000 das bereits 4. Fachgespräch zum Pflanzenschutz im ökologischen Landbau, diesmal in Darmstadt, durch. Mit insgesamt 58 Teilnehmern aus den verschiedenen Anbauverbänden des ökologischen Landbaus, aus dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, dem Umweltbundesamt (UBA), dem Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), dem amtlichen Pflanzenschutzdienst, aus Universitäten und Hochschulen und Vertretern verschiedener Herstellerfirmen sowie internationaler Beteiligung aus der Schweiz (FIBL) und Österreich fand die Veranstaltung großes Interesse.

Azadirachtin- und pyrethrinhaltige Präparate haben für den Pflanzenschutz im ökologischen Landbau als Pflanzenschutzmittel eine große Bedeutung. Mit dem Fachgespräch wurden die gegenwärtige und zukünftige Notwendigkeit und die Probleme ihres Einsatzes aus den verschiedenen Blickwinkeln der Produktion, Zulassung und Anwendung dargestellt und diskutiert. Die Ökoverbände haben deutlich herausgestellt, dass trotz des vorbeugenden Pflanzenschutzes z. B. durch Sortenwahl, Fruchtfolge und Nützlingsförderung die beiden insektiziden Wirkstoffe Azadirachtin und Pyrethrum für die Qualitäts- und Ertragssicherung unverzichtbar sind.

In dem hier vorliegenden Heft aus der Reihe "Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft" sind die Vorträge der Referenten zusammengefasst, die eigenverantwortlich für Ihren Beitrag sind. Daraus wird deutlich, dass auch kontroverse Auffassungen vertreten wurden, die zu einer lebhaften Diskussion führten.

Bei allen Beteiligten hat das Fachgespräch jedoch zu einem breiten Verständnis der Probleme geführt und gezeigt, dass nur durch ein abgestimmtes Vorgehen zukünftige Lücken im Pflanzenschutz rechtzeitig geschlossen werden können.



PD Dr. habil. Stefan Kühne  
Institut für integrierten Pflanzenschutz

## **Zulassungssituation und Indikationslücken von niem- und pyrethrin-haltigen Pflanzenschutzmitteln und ihre Verwendung im Rahmen von „Ökolisten“ (Anhang II der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 und Liste § 6a Pflanzenschutzgesetz)**

### **Anwendungen für zugelassene Pflanzenschutzmittel mit den Wirkstoffen Azadirachtin und Pyrethrine**

Uwe Meier

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Pflanzenschutzmittel werden nach dem "Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen" - Pflanzenschutzgesetz - (PflSchG) vom 14. Mai 1998 entsprechend § 15 zugelassen.

Das Pflanzenschutzgesetz sieht keine spezifische Zulassung für die Pflanzenschutzmittel vor, die für den biologisch-organischen Landbau geeignet und/oder vorgesehen sind. Das heißt, die Prüfung der Pflanzenschutzmittel, die für den biologisch-organischen Landbau als besonders geeignet erscheinen, vollzieht sich im Zulassungsverfahren durch die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) als zuständige Zulassungsbehörde, unter den gleichen Bedingungen, wie die aller anderen Pflanzenschutzmittel. Dementsprechend sind auch NeemAzal/ T-S und die Mittel mit Pyrethrinen als Pflanzenschutzmittel nach dem Pflanzenschutzgesetz geprüft und zugelassen worden.

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unterliegt den von der Zulassungsbehörde vorgegebenen Anwendungsbeschränkungen (Auflagen) und Anwendungshinweisen, die dem Antragsteller mit dem Zulassungsbescheid mitgeteilt werden. Diese Auflagen und Hinweise sind den jeweiligen Gebrauchsanleitungen und dem jährlich herausgegebenen Pflanzenschutzmittelverzeichnis zu entnehmen. Über die Zulassung hinaus ist es Zweck dieser Auflagen und Hinweise, entsprechend § 15 (1) PflSchG schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das Grundwasser und sonstige nicht vertretbare Auswirkungen insbesondere auf den Naturhaushalt (gekürzt) zu vermeiden. Insofern muss der Anwender von Pflanzenschutzmitteln diese Auflagen und Hinweise bei der Anwendung beachten.

Von erheblicher Bedeutung ist sowohl für den Antragsteller als auch für die landwirtschaftlich /gartenbauliche Praxis das Anwendungsgebiet, denn Pflanzenschutzmittel dürfen ab 1. Juli 2001 nur noch in den dafür in der Zulassung vorgesehenen Anwendungsgebieten angewendet werden. Um Anwendungslücken zu vermeiden ist daher die Festlegung der Anwendungsgebiete für den Antragsteller und für die Anwender von grundlegender Bedeutung, denn je mehr Wirt-Schadorganismus-Beziehungen in einem Anwendungsgebiet zusammengefasst sind, desto umfangreicher können Schadorganismen in den dafür vorgesehenen Kulturen bekämpft werden. Es ist auch das Ziel der Zulassungsbehörde, die Anwendungsgebiete in der Form festzulegen, dass möglichst viele Wirt-Schadorganismen- Beziehungen erfasst werden, sofern die Voraussetzungen erfüllt sind.

Entscheidend für die Festlegung der Anwendungsgebiete im Rahmen des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel ist die Antragstellung. Der Antragsteller muss die Anwendungsgebiete neben den Anwendungsbedingungen in seinem Antrag benennen. Die Zulassungsbehörde prüft die beantragten Anwendungsgebiete in Zusammenhang mit den Anwendungsbedingungen zunächst auf Plausibilität. Anschließend prüft sie, ob die

eingereichten Untersuchungsergebnisse zur Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit richtliniengemäß erstellt wurden und ob die vom Pflanzenschutzgesetz geforderte hinreichende Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit gegeben ist. Sofern die Nachweise vorliegen, beginnt mit der Festlegung der Anwendungsgebiete und der Anwendungsbedingungen die wissenschaftliche Bearbeitung zahlreicher weiterer Prüfbereiche, sowohl bei der BBA als auch bei den Einvernehmensbehörden, wie dem Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) und dem Umweltbundesamt (UBA).

Weil dem Antragsteller die vielen Einflussfaktoren, die zur Festlegung der Anwendungsgebiete und der Anwendungen führen, nicht bekannt sind, wird dieser Bearbeitungsvorgang bei zahlreichen Zulassungsanträgen zunehmend problematischer. So müssen beispielsweise bei der Festlegung neben dem Antragsinhalt und den entsprechenden Untersuchungsergebnissen zur Wirksamkeit auch mögliche Restriktionen, ausgehend von der Rückstandssituation und möglichen Auswirkungen auf den Naturhaushalt, berücksichtigt werden.

Häufig handeln Antragsteller aus Unwissenheit zu ihrem Nachteil, indem sie Anwendungsgebiete in eingeschränkter Form beantragen. Die BBA als Zulassungsbehörde bietet daher allen Unternehmen, die Interesse an einer Zulassung, insbesondere bei den vielen gartenbaulichen Kulturen haben, ihre Mithilfe bei der Antragstellung an. Besonders hilfreich ist es, wenn die Wissenschaftler der BBA, die für die Festlegung der Anwendungsgebiete zuständig sind, schon bei der Mitgestaltung der Prüfpläne für Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit eingebunden werden. Schon im Vorfeld können dadurch, unter Vorbehalt, die durch den Antragsteller geplanten Anwendungsgebiete mitgestaltet werden.

**Für das Pflanzenschutzmittel Neem-Azal/T-S (Wirkstoff Azadirachtin) sind entsprechend der Zulassung folgende Anwendungsgebiete vorgesehen:**

**Anwendungsgebiete :**

Kartoffelkäfer in Kartoffel
Mehlige Apfelblattlaus in Apfel
Holunderlaus in Holunder
Gespinstmotten in Ziergehölzen
Kleiner Frostspanner in Obstkulturen (ausgenommen: Erdbeere)
Kleiner Frostspanner in Ziergehölzen (ausgenommen: Zierkoniferen)
Saugende Insekten in Zierpflanzen
Spinnmilben in Zierpflanzen
Minierfliegen in Zierpflanzen/u. G.
Weißer Fliegen in Zierpflanzen

Alle genannten Anwendungsgebiete sind entsprechend der Zulassung auch für den Haus- und Kleingarten-Bereich vorgesehen.

Alle zugelassenen Pflanzenschutzmittel, die Pyrethrine enthalten, enthalten auch den Wirkstoff Piperonylbutoxid, um die Wirksamkeit zu erhöhen. Die Mittel werden für den Haus- und Kleingarten-Bereich in Form von Spraydosen, in wassermischbarer Flüssigkeit und in Staubformulierung angeboten.

Im Vorratsschutz werden die Mittel gespritzt, gestreut und vernebelt.

**Für die Pflanzenschutzmittel, die Pyrethrine enthalten, sind entsprechend den Zulassungen folgende Anwendungsgebiete vorgesehen:**

**Anwendungsgebiete:**

Blattläuse in Zimmer- und Balkonpflanzen/HuK
Blattläuse, ausgenommen wollige Laub- und Nadelholzläuse sowie gallenbildende Nadelholzläuse in Zierpflanzen
Beißende Insekten, ausgenommen blattminierende Kleinschmetterlingsraupen, Schalenwickler, Rüsselkäfer und Gallmücken im Obstbau
Blutlaus und Birnenblattsauger im Obstbau
Beißende Insekten, ausgenommen blattminierende Kleinschmetterlingsarten, Minierfliegen und Rüsselkäfer im Zierpflanzenbau
Woll- und Schmierläuse, Schildläuse und Weiße Fliegen in Zimmer- und Balkonpflanzen/HuK
Saugende Insekten in Zimmer- und Balkonpflanzen/HuK
Blattläuse, ausgenommen mehliges Kohlblattlaus in Blumenkohl und Kohlrabi
Beißende Insekten, ausgenommen Rüsselkäfer und Kohleule in Blumenkohl und Kohlrabi
Blattläuse in Buschbohnen
Beißende Insekten, ausgenommen Rüsselkäfer in Gurken und Tomaten, Kopfsalat
Blattläuse in Kopfsalat
Blattläuse, ausgenommen wollige Laub- und Nadelholzläuse sowie gallenbildende Nadelholzläuse in Zierpflanzen
Beißende Insekten und saugende Insekten in Erdbeeren
Saugende Insekten in Zierpflanzen/ HuK
Saugende Insekten in Zimmerpflanzen/ HuK
Blattläuse in Salat, Porree und Spinat/ HuK
Beißende Insekten in Salat, Porree/ HuK
Insekten, ausgenommen Tribolium-Arten, und Motten in Räumen, Mühlen und Speichern im Vorratsschutz

## **Zum Schließen von Lückenindikationen mit azadirachtin- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln**

Kerstin Lindner

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

Mit der seit 1. Juli 1998 in Kraft getretenen Neufassung des deutschen Pflanzenschutzgesetzes tritt anstelle der Zulassung zum Vertrieb eines Mittels die Zulassung des Mittels zur Anwendung im festgesetzten Anwendungsgebiet. Wenn die vom Gesetzgeber vorgesehenen Übergangsregelungen, in denen nach altem Recht zugelassene Mittel unter bestimmten Voraussetzungen in nicht ausgewiesenen Anwendungsgebieten genutzt werden dürfen, zum 30. Juni 2001 ablaufen, werden zahlreiche Lücken entstehen. Zudem muss die Anwendung neuer Pflanzenschutzmittel in einer Vielzahl von Klein- und Kleinstkulturen ausgewiesen werden. Lückenindikationen sind Anwendungsgebiete von geringfügigem Anbauumfang bzw. von geringer gesamtwirtschaftlicher Bedeutung und für die kein ausreichend praktikables Bekämpfungsverfahren existiert oder für die die zugelassenen Pflanzenschutzmittel keine oder keine ausreichende Problemlösung gewährleisten.

### **Genehmigungen nach §§ 18, 18a PflSchG**

Das novellierte Pflanzenschutzgesetz ermöglicht das Schließen von Lückenindikationen mit dem Genehmigungsverfahren nach § 18 PflSchG. Voraussetzung für das Genehmigungsverfahren ist die Zulassung des Pflanzenschutzmittels nach § 15 PflSchG, d. h. das Mittel ist umfassend hinsichtlich seines Einflusses auf Mensch, Tier und Naturhaushalt geprüft. Unter diesen Voraussetzungen sind nicht nur die Zulassungsinhaber wie beim Zulassungsverfahren, sondern auch professionelle Anwender von Pflanzenschutzmitteln, juristische Personen sowie amtliche und wissenschaftliche Einrichtungen berechtigt, bei Nachweis der Geringfügigkeit und bei öffentlichem Interesse dieser Anwendung einen Genehmigungsantrag zu stellen. Der Nachweis der Wirkung und Pflanzenverträglichkeit des Mittels ist nicht Gegenstand der Prüfung. Es müssen Kenntnisse bzw. Erfahrungswerte zur biologischen Wirkung der Mittel vorliegen, die der Antragsteller bestätigt. Schäden infolge unzureichender Wirksamkeit oder Schäden der Kulturpflanze liegen im Verantwortungsbereich des Anwenders. Die Forderung, das Rückstandsverhalten des Mittels in der dementsprechenden Kultur zu analysieren und zu bewerten besteht weiterhin analog zum Zulassungsverfahren. Wie auch beim Zulassungsverfahren müssen das Umweltbundesamt und das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin ihr Einvernehmen für eine Genehmigung erteilen.

### **Insektizide im ökologischen Lanbau**

Aufgrund der dem ökologischen Landbau innewohnenden Restriktionen ist die Nutzung von Pflanzenschutzmitteln in diesem Produktionsverfahren nur auf einige wenige beschränkt. Insektizide betreffend handelt es sich mit Ausnahme von Mikroorganismen und Pheromonen um Mittel auf der Basis von Azadirachtin, Pyrethrinen, Gelantine, Tabakextrakten, Pflanzen- und Paraffinöle, Quassia, Rotenon, Kali-Seife und Kalksulfat (EG 2000). In Deutschland sind azadirachtin-, pyrethrin-, pflanzen- und paraffinöl- und kaliseifehaltige Präparate zugelassen. Die darüber hinaus aufgeführten Stoffe dürfen mit Ausnahme von Rotenon und Tabakextrakten für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke nur zur Anwendung im eigenen Betrieb hergestellt werden (EG 1991).

Pflanzenschutzmittel auf der Basis von Azadirachtin und Phyrethrinen besitzen im Vergleich zu Mitteln auf der Basis von Ölen und Seifen eine höhere insektizide Wirkpotenz und größere

Breitenwirkung. In Deutschland sind pyrethrinhaltige Mittel breit im Zierpflanzenbau, im Vorratsschutz und im Obstbau zugelassen. In wenigen Gemüsekulturen ist zudem die Anwendung von HerbaVetyl Staub neu und Spruzit-Staub ausgewiesen. Da jedoch der ökologische Landbau darauf orientiert, die insektiziden Stäube durch Spritzmittel zu ersetzen, erweisen sich auch diese Zulassungen nicht als Lösung für die Lückenindikationen im Gemüsebau.

Das Azadirachtin-Präparat NeemAzal T/S ist neben der Zulassung gegen den Kartoffelkäfer in Kartoffeln in 12 Anwendungsgebieten (AWG) im Obst- und Zierpflanzenbau ausgewiesen.

Die Beibehaltung dieses Status quo nach dem 30.06.2001 würde bedeuten, dass jede darüber hinausgehende Anwendung eine Ordnungswidrigkeit darstellt, die mit einem Bußgeld von bis zu 100 000 DM geahndet werden kann.

Um die Existenz der ökologisch wirtschaftenden Landwirte und Gärtner zu sichern und einem illegalen Pflanzenschutzmitteleinsatz entgegenzuwirken, muss es das Ziel sein, für alle Beteiligten tragfähige Pflanzenschutzkonzepte zu erstellen. Dies bedeutet vorerst, die absehbaren Lücken kurzfristig zu schließen.

### **Arbeitsgruppe Lückenindikationen im ökologischen Landbau**

Um dieser Forderung nachzukommen hat sich ein Gremium von Vertretern des ökologischen Landbaues, insbesondere der Verbände und der Beratung, von Mitarbeitern wissenschaftlicher Einrichtungen, der Pflanzenschutzämter der Länder und von Vertretern der BBA, die die Koordinierung, Organisation und inhaltliche Vorbereitung der Arbeitssitzungen übernehmen, formiert. Das Gremium tritt entsprechend der Erfordernisse zusammen. Vornehmliche Aufgabe dieser Gruppe ist es, das Schließen von Lücken voranzutreiben, was folgende Teilaspekte beinhaltet:

#### 1. Fassung der Anwendungsgebiete und Hinweise zur Anwendung

Diese Aufgabe erfordert ein arbeitsteiliges Herangehen von Vertretern des ökologischen Landbaues, die die Pflanzenschutzanwendungen in der Praxis, die über die mit der Zulassung festgesetzten hinausgehen, auflisten, von der BBA, die entsprechend des Prüfungsumfanges und der Anwendungsbreite optimale Anwendungsgebiete fassen und der ökologisch wirtschaftenden Landwirte und Gartenbauer und Mitarbeiter der Pflanzenschutzämter (AK LÜCK), die ihre Erfahrungen zu den Anwendungen und zur Wirkung und Pflanzenverträglichkeit einbringen sowie Kapazität zur Durchführung von Versuchen zur Prüfung der Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stellen.

#### 2. Antragstellung

Die Antragstellung erfolgt auf der Basis der vorhandenen Zulassung für das entsprechende Pflanzenschutzmittel, von Kenntnissen zur Wirkung und Pflanzenverträglichkeit im entsprechenden Anwendungsgebiet und bei Vorhandensein von Datenmaterial zum Rückstandsverhalten des Wirkstoffes.

Die Koordinierung der Antragstellung erfolgt durch die BBA. Als Antragsteller wird der Hersteller des Pflanzenschutzmittels favorisiert. Im Falle seines Einverständnisses für die Genehmigung des Mittels im betreffenden Anwendungsgebiet nicht aber zur Antragstellung wird der Genehmigungsantrag durch Dritte (§ 18 PflSchG) bei der BBA gestellt.

### **Lückenindikationen im Bereich Insektizide**

Im Rahmen dieser Arbeitsgruppe sind bis heute 46 Anwendungsgebiete (AWG) – Insektizide/Akarizide in den Bereichen Gemüse-, Obst-, Wein- und Zierpflanzenbau sowie für den Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen erfasst worden.



Auf den **Gemüsebau** entfallen dabei mit 35 AWG mehr als die Hälfte der insgesamt aufgelisteten Lückenindikationen. Es handelt sich hierbei insbesondere um:

Saugende und beißende Insekten an Blatt- und Sprossgemüse (unter Glas und Freiland) – 13 AWG

Saugende und beißende Insekten an Kohlgemüse – 6 AWG

Saugende und beißende Insekten an Fruchtgemüse – 6 AWG

Saugende und beißende Insekten an Wurzel- und Knollengemüse – 4 AWG

Saugende und beißende Insekten in der Jungpflanzenanzucht im Gemüsebau (unter Glas und Freiland) 2 AWG

Spinnmilben an Fruchtgemüse (unter Glas und Freiland) – 2 AWG

Spinnmilben und saugende Insekten in Hülsenfrüchten – 2 AWG

#### Lückenindikationen im **Zierpflanzenbau**

Freifressende Schmetterlingsraupen an Zierpflanzen (unter Glas)

Blattläuse an Zierpflanzen (unter Glas)

Saugende Insekten an Zierpflanzen (ausgenommen Blattläuse)

#### Lückenindikationen im **Obstbau**

Rüsselkäfer im Obstbau (ausgenommen Erdbeere)

Birnengallmücke an Birne

Kirschfruchtfliege an Kirsche

#### Lückenindikationen im **Weinbau**

Schild- und Schmierläuse an Weinreben

Zikaden an Weinreben

Traubenwickler an Weinreben

#### Lückenindikationen im **Heil- und Gewürzpflanzenanbau**

Blattläuse an Sonnenhut, Goldregen, Pharmaweide, Bittersüßer Nachtschatten, Artischocke, Tabak, Pfefferminze, Kalanchoe und in der Jungpflanzenanzucht

Erdflöhe in Bittersüßer Nachtschatten und Drachenkopf

#### **Probleme beim Schließen der Lücken**

Aufgrund langjähriger Erfahrungen werden zum Schließen der genannten Lücken Mittel auf der Basis von Pyrethrinen favorisiert.

Derzeit vorliegende Untersuchungsergebnisse belegen einen negativen Einfluss von Pyrethrinen auf Wasserlebewesen und Nutzarthropoden. Eine Genehmigung dieser Mittel ist deshalb bis auf die Vorlage weiterer Untersuchungsergebnisse nur in Verbindung mit weitergehenden Auflagen und Anwendungsbestimmungen möglich. Zudem sind eine Vielzahl der aufgeführten Anwendungsgebiete rückstandsrelevant. Die in diesem Zusammenhang notwendigen Untersuchungen sind kostenaufwendig und in dem geforderten Umfang nicht in jedem Fall von den Herstellern zu tragen.

Seit 1998 ist NeemAzal T/S zugelassen – vorerst als Unter-Glas-Anwendung und seit Anfang des Jahres auch für Freilandapplikationen. Das Mittel ist zudem in vielen weiteren Anwendungsgebieten (über die zugelassenen bzw. beantragten Anwendungsgebiete hinaus) geprüft worden, wobei jedoch die Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Azadirachtinformulierungen und veränderter Anwendungsbedingungen vielfach stark streuen. Es sollte darauf orientiert werden, die Daten zu sichten, zu bewerten und bei nachgewiesener Wirkung und Pflanzenverträglichkeit, zukünftig auszuweisende Anwendungsgebiete zu formulieren. Adäquat zu den Pyrethrinen sind für eine Vielzahl von Anwendungen Wirkstoffrückstände im Erntegut zu analysieren.

Derzeit fehlt jedoch eine Analyseverfahren zur Einschätzung des Rückstandsverhaltens des Wirkstoffs im Erntegut und zur Bestimmung von Azadirachtin-A-Rückständen in/auf Lebens- und Futtermitteln für die amtliche Überwachung. Zudem ist das vorliegende Datenmaterial für eine Risikoabschätzung für das Mittel unzureichend. Um einer Lösung dieser Probleme näher zu kommen, wird ein Expertengespräch zwischen BgVV, BBA und der Firma empfohlen.

### **Zukunft der Pyrethrine**

Am 31.12.2004, mit dem Zulassungsende für Herba-Vetyl flüssig, dem als letzten für eine Freilandanwendung ausgewiesenen Mittel auf der Basis von Pyrethrinen, laufen auch die Genehmigungen für dieses Mittel aus. Eine erneute Genehmigung von pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln wird erst dann möglich, wenn eine Anschlusszulassung oder eine Neuzulassung eines Mittels auf der Basis von Pyrethrinen erfolgt. Im Vorfeld der Wiederbeantragung von pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln kommt es derzeit zu Unsicherheiten bei den Mittelherstellern, deren Ursache folgende Regelungen sind:

Im Rahmen der EU-Altwirkstoffprüfung sind Pyrethrine in Appendix II, Liste C Pflanzenextrakte des Dokuments: SANCO/361/2000 eingeordnet worden und damit nicht für die 3. Stufe der EU-Wirkstoffprüfung vorgesehen. Das bedeutet, dass die Bearbeitung dieser Wirkstoffe derzeit ruht. Es existiert noch keine Klarheit über die Forderungen zur Evaluierung dieser Stoffe. In Deutschland wird demgegenüber im Rahmen des Zulassungsverfahrens eine umfassende Neubewertung von Pyrethrinen nach der durch das novellierte Pflanzenschutzgesetz umgesetzten Richtlinie 91/414 (EWG) gefordert. Unter diesen Bedingungen erscheint es sinnvoll, alle Kräfte der an einer Zulassung Interessierten für die weitere Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln auf der Basis von Pyrethrinen in Deutschland zu bündeln.

## **Anwendung selbst hergestellter Pflanzenschutzmittel**

Erdmann Bode

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik, Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig

In zahlreichen Büchern und Zeitschriftenartikeln zum Gartenbau, insbesondere jenen für den Gebrauch durch Liebhabergärtner, wenden sich die Verfasser gerne auch dem Thema Pflanzenschutz zu. "Naturgemäßes Gärtnern" genießt in der Öffentlichkeit ein besonders hohes Ansehen, weshalb man neben der Beschreibung von Verfahren zur Vermeidung von Schädlingsbefall nur wenige Hinweise zum Gebrauch zugelassener, in der Regel "chemisch-synthetischer" Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung oder Abwehr von Schadorganismen findet. Einen großen Raum nehmen hingegen Empfehlungen zur Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln durch den Gärtner ein, sei er ein Liebhaber oder Anhänger einer Landbewirtschaftung außerhalb des "konventionellen" Rahmens. Der Umfang der in Frage kommenden Grundstoffe ist beachtlich und erstreckt sich beispielsweise vom Gebrauch heimischer, selbst sammelbarer Pflanzen oder importierter, im Handel erhältlicher Pflanzenerzeugnisse ["Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs, die nicht oder nur durch einfache Verfahren wie Trocknen oder Zerkleinern be- oder verarbeitet worden sind, ausgenommen verarbeitetes Holz" sowie "Pflanzenteile, einschließlich der Früchte und Samen, die nicht zum Anbau bestimmt sind", § 2 Nr. 4 Buchstabe a und b Pflanzenschutzgesetz (PflSchG)] zur Herstellung von beispielsweise Extrakten oder Brühen bis zur Verwendung von Stoffen, die "zu gewerblichen Zwecken oder im Rahmen sonstiger wirtschaftlicher Unternehmungen in den Verkehr gebracht oder eingeführt worden sind", § 6 a Absatz 4 Satz 1 Nr. 3 PflSchG. Als Beispiele für den angesprochenen Bereich seien hier nur die Brennessel, Niemrohprodukte, Quassia-Holzspäne, Schmierseife, Pflanzenextrakte und Öle genannt.

Ob die Wirksamkeit dieser selbst herzustellenden Produkte tatsächlich so überzeugend ist wie behauptet, soll nicht diskutiert werden. Jeder Nutzer wird seine eigenen Erfahrungen machen oder Überzeugungen hegen. Es ist jedoch festzustellen, dass Buchautoren, Journalisten oder Kaufleute als Propagandisten der Selbstherstellung und die aufgrund dieser Empfehlung handelnden Menschen aus der natürlichen Herkunft der Grundstoffe oder dem freien Zugang zu ihnen im Handel und nicht zuletzt aus der teils seit vielen Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten überlieferten Anwendung einerseits auf die Unbedenklichkeit der Stoffe für die menschliche Gesundheit und für den Naturhaushalt schließen und andererseits aus den genannten Gründen ableiten, die Empfehlungen in dem Bewusstsein geben zu dürfen, nicht nur im öffentlichen Interesse zu handeln, sondern insbesondere auch gegen keine rechtlichen Vorgaben zu verstoßen.

Wie schon im Falle der Wirksamkeitsbewertung, soll auch keine Aussage zur Unbedenklichkeit der für die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln empfohlenen Stoffe oder Zubereitungen für den Hersteller, den Anwender, Verbraucher und den Naturhaushalt getroffen werden. Vielmehr soll nur beleuchtet werden, ob oder unter welchen Bedingungen nach der geltenden Rechtslage die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln zulässig ist.

Grundsätzlich gilt, dass Pflanzenschutzmittel nur in Verkehr gebracht oder eingeführt werden dürfen, wenn sie von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Biologische Bundesanstalt – BBA) zugelassen sind, § 11 Absatz 1 Satz 1 PflSchG. Hiervon gibt es Ausnahmen (§ 11 Absatz 1 Satz 2 PflSchG), die allerdings im Zusammenhang mit dem zu behandelnden Thema nicht weiter interessieren. In Bezug auf die Anwendung von

Pflanzenschutzmitteln wichtig und gegenüber früheren gesetzlichen Regelungen neu ist § 6 a PflSchG in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512). Hiernach dürfen Pflanzenschutzmittel einzeln oder gemischt mit anderen u. a. nur dann angewandt werden, wenn sie zugelassen sind und nur in den in der Zulassung festgesetzten und in der Gebrauchsanleitung angegebenen Anwendungsgebieten und entsprechend den in der Zulassung festgesetzten Anwendungsbestimmungen, § 6 a Absatz 1 Satz 1 PflSchG. Auf die vergleichbaren Regelungen im Falle von Genehmigungen gemäß §§ 18, 18 a und 18 b PflSchG braucht hier nicht eingegangen zu werden.

Unter bestimmten Voraussetzungen dürfen Pflanzenschutzmittel jedoch auch dann angewandt werden, wenn sie nicht zugelassen sind, § 6 a Absatz 4 Satz 1 Nr. 1, 2 und 3 PflSchG. Im Hinblick auf die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln wichtig ist § 6 a Absatz 4 Satz 1 Nr. 3 PflSchG:

§ 6 a Absatz 1 Satz 1 PflSchG (Erläuterung vgl. oben) gilt u. a. nicht für “Pflanzenschutzmittel, die für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke zur Anwendung im eigenen Betrieb hergestellt werden, soweit dazu nicht Mittel verwandt werden, die Stoffe oder Zubereitungen enthalten, die zu gewerblichen Zwecken oder im Rahmen sonstiger wirtschaftlicher Unternehmungen in den Verkehr gebracht oder eingeführt worden sind, es sei denn, die Stoffe und Zubereitungen

a) dürfen nach den Vorschriften der Europäischen Union bei der Erzeugung von Produkten aus ökologischem Anbau angewandt werden und

b) sind in einer Liste der Biologischen Bundesanstalt aufgeführt.”

In der Begründung zum Pflanzenschutzgesetz wird hierzu ausgeführt: “Ferner werden bestimmte Pflanzenschutzmittel, die selbst hergestellt sind und für die in der Regel keine Zulassung beantragt wird, von der Vorschrift des Absatzes 1 (*Anmerkung: gemeint ist § 6 a Absatz 1 Satz 1 PflSchG*) ausgenommen, z. B. Pflanzenextrakte als Pflanzenschutzmittel, wie sie in ökologischen Anbauweisen zur Anwendung gelangen; dies gilt jedoch nicht für Pflanzenschutzmittel, die aus Stoffen, die zu anderen Zwecken in den Verkehr gebracht werden (z. B. Antibiotika), selbst hergestellt worden sind. (Dem Vermittlungsausschuss des Deutschen Bundestages und des Bundesrates folgend, soll durch die geänderte Formulierung sichergestellt werden, dass traditionell im ökologischen Landbau eingesetzte Zubereitungen auch dann im Betrieb hergestellt und angewendet werden dürfen, wenn sie unbedenkliche, zugekaufte Stoffe – wie etwa Schmierseife oder Gesteinsmehle – enthalten. Die Feststellung, dass es sich um unbedenkliche Stoffe handelt, soll von der BBA verbindlich getroffen werden, die sich bei der Auswahl der grundsätzlich in Frage kommenden Stoffe z. B. am Anhang II B der EG-VO Nr. 2092/91 orientieren kann.)” [Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 198/1 – 15 vom 22. Juli 1991, zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1473/2000 der Kommission vom 30. Juni 2000 zur Änderung des Anhangs VI Teil C der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 161/62 – 64.]

Der sich nur schwer erschließende Inhalt von § 6 a Absatz 4 Satz 1 Nr. 3 PflSchG soll, auch unter Berücksichtigung der vorstehend aufgeführten Begründung, beispielhaft abgehandelt werden:

Brühen oder Auszüge aus in Deutschland wachsenden Pflanzen, die entweder im Betrieb erzeugt werden oder gesammelt werden können, dürfen in selbst hergestellten Pflanzenschutzmitteln für **landwirtschaftliche, gärtnerische oder forstwirtschaftliche Zwecke** im eigenen Betrieb angewendet werden. Der Schwerpunkt der Aussage liegt auf der Anwendung "im eigenen Betrieb". Hieraus folgt, dass der Haus- und Kleingartenbereich ausgenommen ist, so dass beispielsweise der Liebhabergärtner keine Pflanzenschutzmittel selbst herstellen und in seinem Garten oder Wohnzimmer anwenden darf. Er soll vielmehr nach dem Willen des Gesetzgebers nur zugelassene Pflanzenschutzmittel verwenden, die mit der Angabe "Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich zulässig" gekennzeichnet sind, § 6 a Absatz 1 Satz 2 PflSchG. Aus der Begründung zum Pflanzenschutzgesetz wird hierzu Folgendes ausgeführt: "Für den Haus- und Kleingartenbereich wird eine bundeseinheitliche Regelung eingeführt, die eine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nur gestattet, wenn die zulässige Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich auf der Gebrauchsanleitung ausgewiesen ist. Damit wird die unmittelbare Information des Anwenders sichergestellt. Über die zulässige Anwendung der Mittel wird von der Zulassungsbehörde, der alle erforderlichen Unterlagen vorliegen, bei der Zulassung entschieden." Die Kriterien, nach denen die Zulässigkeit der Anwendung festgestellt wird, sind veröffentlicht worden (Anforderungen an die Eignung eines Pflanzenschutzmittels für die Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich (HuK), Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 51, 23 – 24, 1999).

Grundsätzlich ist die Verwendung zugekaufter Stoffe oder Zubereitungen, die zu gewerblichen Zwecken oder im Rahmen sonstiger wirtschaftlicher Unternehmungen in den Verkehr gebracht oder eingeführt werden, zur Selbsterstellung von Pflanzenschutzmitteln und zur Anwendung für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke im eigenen Betrieb unzulässig. Ausnahmen sind nur vorgesehen, wenn diese Stoffe und Zubereitungen nach den Vorschriften der Europäischen Union bei der Erzeugung von Produkten aus ökologischem Anbau angewandt werden dürfen (vgl. z. B. Anhang II Teil B der EG-VO Nr. 2092/91, jeweils geltende Fassung) und die Unbedenklichkeit der Stoffe und Zubereitungen von der BBA durch die Aufnahme in eine Liste verbindlich getroffen worden ist (Liste über Stoffe und Zubereitungen, die in Pflanzenschutzmitteln enthalten sein dürfen, die nach § 6 a Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b des Pflanzenschutzgesetzes für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke zur Anwendung im eigenen Betrieb hergestellt werden). Welche Stoffe und Zubereitungen für die Selbsterstellung von Pflanzenschutzmitteln in Frage kommen, ergibt sich folglich aus der je nach Erfordernis fortzuschreibenden und im Bundesanzeiger zu veröffentlichenden Liste der Biologischen Bundesanstalt. Die vorerst letzte Veröffentlichung erfolgte unter der Überschrift "2. Bekanntmachung der Liste über Stoffe und Zubereitungen, die in Pflanzenschutzmitteln enthalten sein dürfen, die nach § 6 a Absatz 2 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b des Pflanzenschutzgesetzes für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke zur Anwendung im eigenen Betrieb hergestellt werden", Bundesanzeiger Nr. 92, Seiten 8978 – 8979, 16. Mai 2000.

Die Auswahl der in diese Liste aufzunehmenden Stoffe und Zubereitungen orientiert sich an den Vorgaben des Gesetzgebers. Für den Nachweis der Unbedenklichkeit im Hinblick auf die Gesundheit von Mensch und Tier, auf Grundwasser und den Naturhaushalt (Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen, § 2 Nr. 6 PflSchG) sind die Eigenschaften der in der EG-VO Nr. 2092/91 (jeweils geltende Fassung) aufgenommenen Stoffe und Zubereitungen zu prüfen und zu bewerten. Hierbei ist zu beachten, dass mögliche Gefahren bei der Selbsterstellung (z. B. unsachgemäßes Verhalten bei der Vermehrung von Mikroorganismen zum Pflanzenschutz) für das mit der Herstellung

beauftragte Personal zu betrachten und zu bewerten sind, aber auch Auswirkungen der Pflanzenschutzmittel auf die Anwender, den Naturhaushalt und den Verbraucher. Da der Behörde, anders als bei einer Zulassung, beispielsweise keine Einflussnahme auf die Reinheit des selbst hergestellten Mittels, auf seinen Wirkstoffgehalt, auf die Dosierung oder den Anwendungszeitpunkt möglich ist, müssen die damit verbundenen Risiken bei der Entscheidung über die Listung berücksichtigt werden. Ferner geht aus der Begründung zu § 6 a Absatz 4 PflSchG klar hervor, dass der Gesetzgeber die Ausnahme von den Vorgaben in § 6 a Absatz 1 Satz 1 PflSchG für jene Mittel ermöglichen will, "die selbst hergestellt sind und für die in der Regel keine Zulassung beantragt wird". Zubereitungen, für die Zulassungen bestehen, sollten daher nicht in die Liste der BBA aufgenommen werden. Im übrigen besteht bei der bestimmungsgemäßen und sachgerechten Anwendung eines mit den erforderlichen Anwendungsbestimmungen (§ 15 Absatz 2 Nr. 2 PflSchG) und Auflagen (§ 15 Absatz 4 PflSchG) zugelassenen Pflanzenschutzmittels grundsätzlich ein deutlich geringeres Risiko für Anwender, Verbraucher und Naturhaushalt als bei der Selbstherstellung eines Mittels mit dem gleichen oder – z. B. bei Naturstoffen – ähnlichen Wirkstoff.

### **Schlussfolgerungen:**

Die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln zur Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich ist nach der Gesetzeslage nicht zulässig. Demzufolge sollte der in Frage kommende Personenkreis nicht durch schriftliche oder mündliche Information und Beratung fehlgeleitet werden.

Die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln aus im Betrieb oder durch eigenes Sammeln erreichbaren (natürlichen) Grundstoffen (i. d. R. Pflanzenerzeugnisse) ist für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke zur Anwendung im eigenen Betrieb möglich.

Die Selbstherstellung von Pflanzenschutzmitteln aus Stoffen oder Zubereitungen, die zu gewerblichen Zwecken oder im Rahmen sonstiger wirtschaftlicher Unternehmungen in den Verkehr gebracht oder eingeführt worden sind, ist für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke zur Anwendung im eigenen Betrieb nur zulässig, wenn diese Stoffe nach den Vorschriften der Europäischen Union bei der Erzeugung von Produkten aus ökologischem Anbau angewandt werden und in einer Liste der Biologischen Bundesanstalt aufgeführt sind. Für die Selbstherstellung kommen nur die Stoffe und Zubereitungen in Betracht, die nach Bewertung der Unbedenklichkeit durch die BBA gelistet wurden.

## **Produktion und Qualitätssicherung von Niem- und Pyrethrumpräparaten**

### **Niem-Produkte: Herstellung, Standardisierung und Qualitätssicherung**

Hubertus Kleeberg

Trifolio-M GmbH, Sonnenstr. 22, 35633 Lahnau

Präparate aus Teilen des tropischen Neem-Baumes (*Azadirachta indica* A. Juss) werden seit Menschengedenken in Indien angewendet. Die Palette der Produkte (KETKAR & KETKAR 1993) erstreckt sich von Anwendungen bei Kopfschuppen und Hautunreinheiten über Hitzewallungen und Endo- sowie Ektoparasiten bis hin zu Schwangerschaftsverhütung und Pflanzenschutz. Traditionell werden in Indien Präparate für die verschiedenen Anwendungen aus unterschiedlichen Pflanzenteilen nach speziellen, gut zu beachtenden Vorschriften hergestellt. Ähnliche Vorschriften werden auch im Abendland zur Zubereitung von beispielsweise Tees oder Pflanzenextrakten befolgt. In vielen Fällen erfüllen diese traditionellen Produkte wirklich, was sie versprechen.

Offensichtlich besteht ein gewisser Ehrgeiz der kapitalistischen abendländischen Kultur darin, „exotische“ Verfahren und Produkte unbesehen zu übernehmen und gewinnbringend zu vermarkten. Während die asiatische Heilkunde sehr wohl (noch) zwischen verschiedenen Herstellungs- und Anwendungsformen pflanzlicher Produkte unterscheiden kann, stellt das Profitinteresse in Industrieländern häufig den kurzzeitigen Erfolg werbewirksam vor seriöse Information und Produktherstellung. Dabei bleibt häufig die tradierte Erfahrung bei Herstellung und/oder Verabreichung – und damit auch die Wirkung – auf der Strecke. Es mag daher nicht verwundern, dass ein Baum, dem besondere Heilwirkung nachgesagt oder von dem gar die Lösung der globalen Probleme (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1992) erwartet wird, zu einem besonderen Objekt für Marketingstrategen wird.

Kurzum: Niem ist nicht gleich Neem! Gerade deshalb ist auch eine behördliche Überwachung zum Schutz der Verbraucher, Anwender und der Umwelt zumindest sinnvoll, wenn man auch sicherlich über Details in den Anforderungen trefflich streiten kann.

Ein wesentlicher Anwendungsbereich von Neem-Produkten ist der Pflanzenschutz. Von der Substanzgruppe der Azadirachtine, die in den Kernen des Neem-Baumes enthalten sind und zur Gruppe der Limonoide zählen, wurden in einer Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten ausgezeichnete Wirksamkeiten gegenüber Schadinsekten beschrieben (RANDHAWA & PARMAR 1993; SCHMUTTERER 1995). Die Firma Trifolio-M entwickelte Extraktionsverfahren, die weitgehend unabhängig von der Qualität der Neem-Kerne die Anreicherung des Hauptwirkstoffes AzadirachtinA in dem Extrakt „NeemAzal“ in gleichbleibender Zusammensetzung gewährleisten.

### **Neem-Produkte für den Pflanzenschutz**

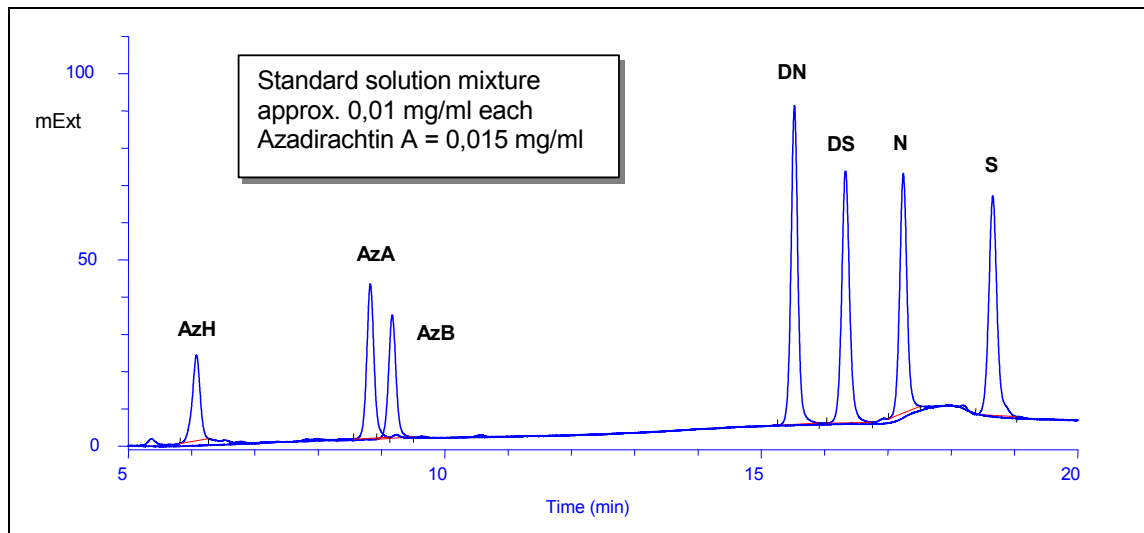
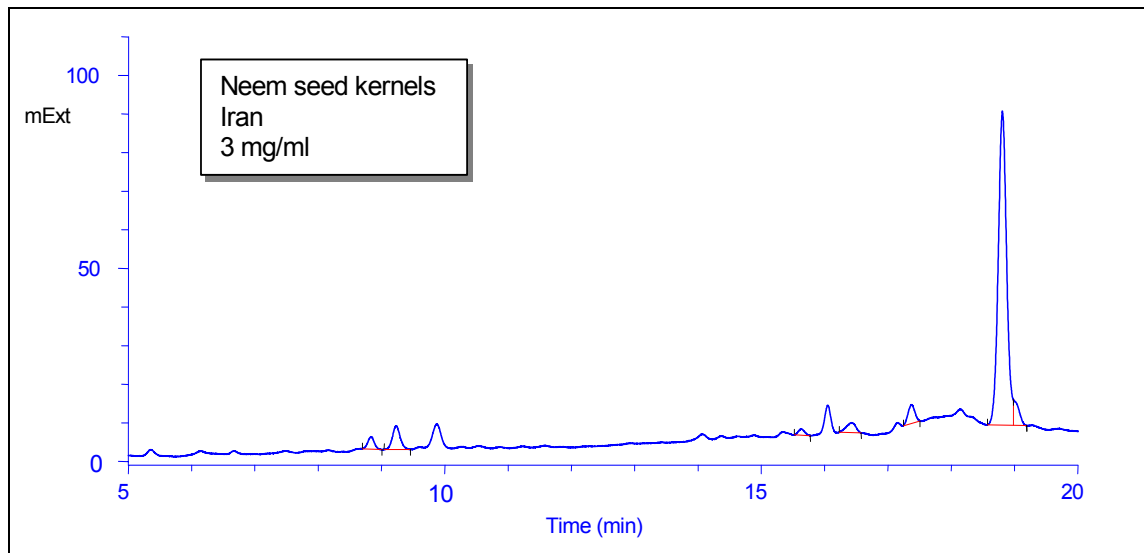
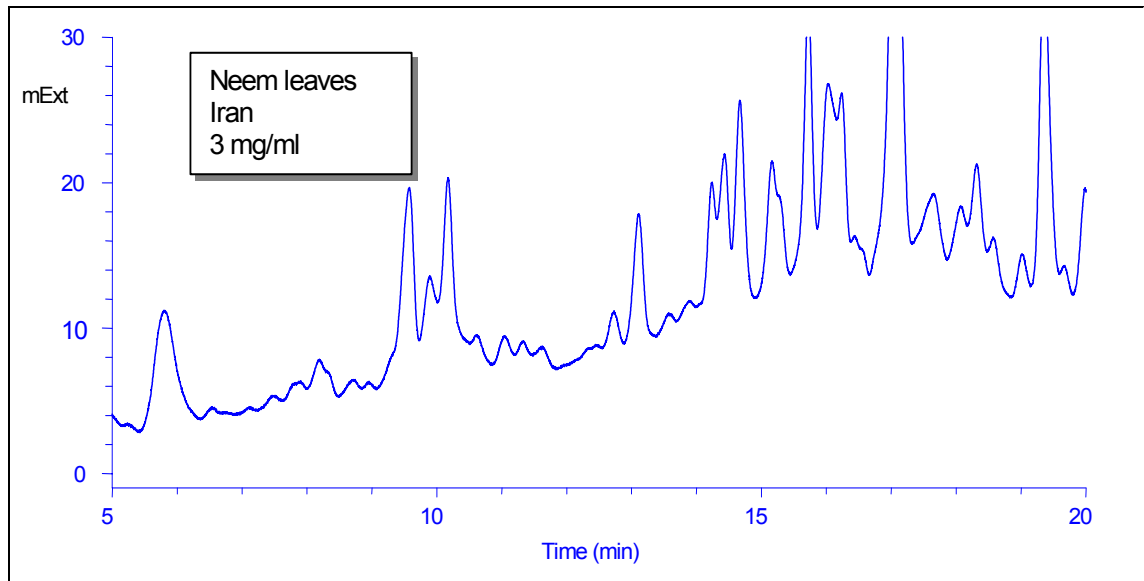
Zur Verdeutlichung des Problems der Standardisierung kann der Vergleich verschiedener auch für Pflanzenschutz Zwecke angebotener Neem-Produkte dienen. In Abbildung 1 werden die nach einem einheitlichen Vorgehen gewonnenen analytischen HPLC-Ergebnisse verglichen. Im unteren Teil der Abbildungen 1a bis 1c ist zum Vergleich jeweils dasselbe Chromatogramm einer Mischung von sieben reinen Standardsubstanzen wiedergegeben; jedes Signal entspricht in dieser Darstellung einer bestimmten Substanz.

Offensichtlich ist die Zusammensetzung und Menge der Inhaltsstoffe von Blättern und Kernen des Neem-Baumes (Abb. 1a) – in diesem Fall iranischer Herkunft – ziemlich unterschiedlich. Zur groben Orientierung ist neben den Chromatogrammen in Abbildung 1 der prozentuale AzadirachtinA-Gehalt angegeben. Trotz der gleichen für die Herstellung der Analysenprobe verwendeten Menge (in Abb. 1a z. B. 3 mg Material pro ml Analysenlösung) an Ausgangsmaterial sind im Bereich der Substanzen AzadirachtinA (AzA) und AzadirachtinB (AzB) im Fall der Blätter kaum Signale zu erkennen, während die Vielzahl der Signale insbesondere bei den Blättern auf eine große Fülle anderer Inhaltsstoffe hinweist. Neben den beiden genannten Azadirachtinen ist in den Kernen viel Salannin vorhanden, welches jedoch auf Insekten nur eine begrenzte Wirkung zeigt.

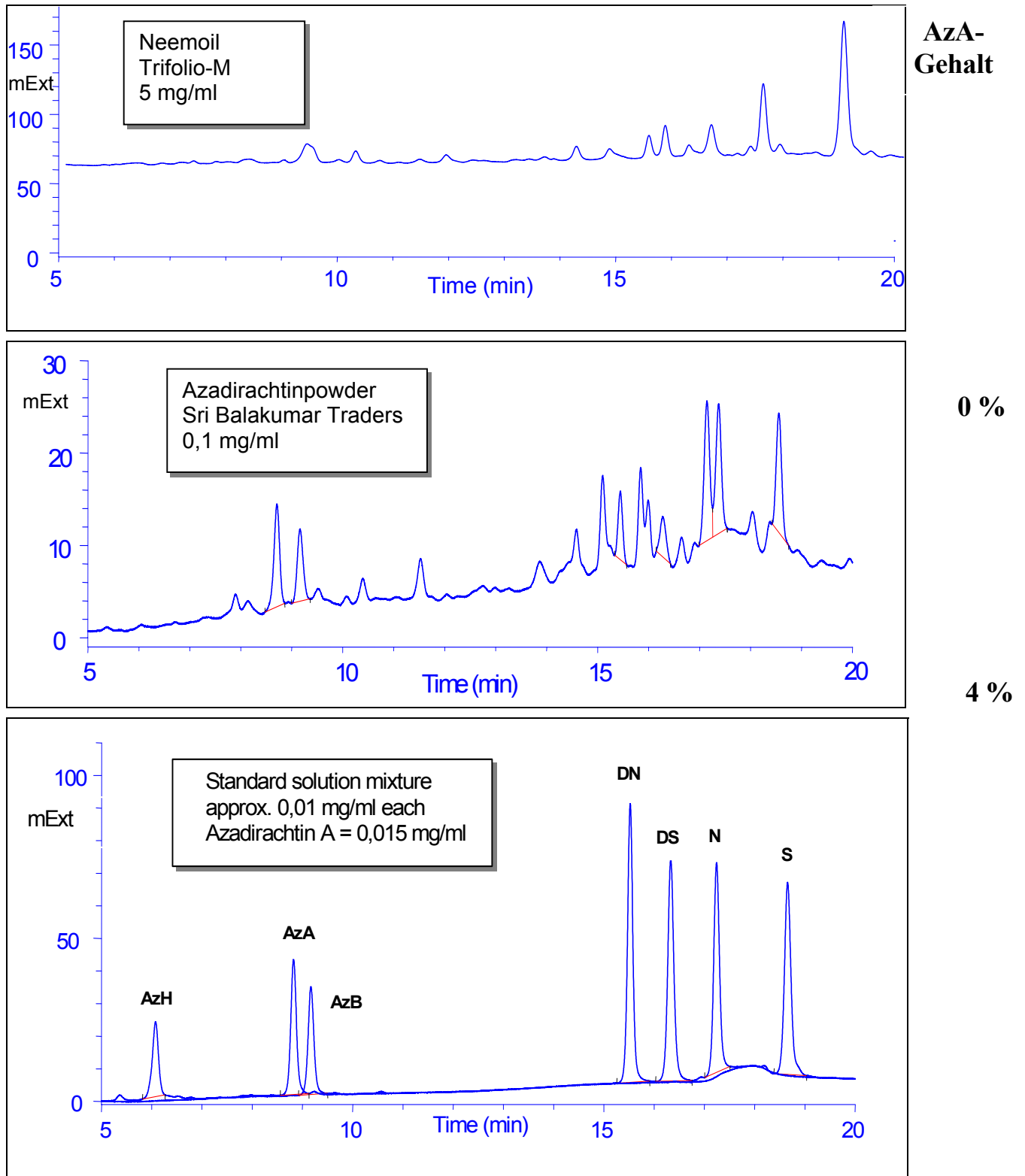
Neem-Öle unterschiedlicher Herkunft können beträchtliche Unterschiede in der Zusammensetzung aufweisen (s. Abb. 1b), wobei dem Gehalt an Azadirachtinen vielfach eine untergeordnete Rolle zukommt. Je nach Herstellung enthalten zahlreiche Neem-Öle praktisch kein Azadirachtin. Wirkungen auf Insekten oder auch gegenüber Pflanzenkrankheiten sind dann offensichtlich auf andere Inhaltsstoffe zurückzuführen.

Ein aus Indien erhaltenes „Azadirachtin powder“ zeigt einen deutlichen Gehalt an Azadirachtinen, aber auch eine Vielzahl anderer Inhaltsstoffe (s. Abb. 1b, Mitte). Der mit „AzadirachtinA technical powder“ bezeichnete Extrakt eines anderen Herstellers (s. Abb. 1c, oben) weist eine etwas höhere Konzentration an AzadirachtinA auf und mit Ausnahme von Salannin deutlich weniger andere Inhaltsstoffe. Die nach dem deutschen Verfahren in Indien hergestellte Wirkstoffvariante „NeemAzal technical“ (s. Abb. 1c, Mitte) enthält überwiegend AzadirachtinA und zahlreiche andere Azadirachtine, welche zur Wirksamkeit beitragen. Die Anwesenheit mehrerer Azadirachtine sowie ihr vielfältiger Wirkungsmechanismus machen das Auftreten von Resistenzen sehr unwahrscheinlich.

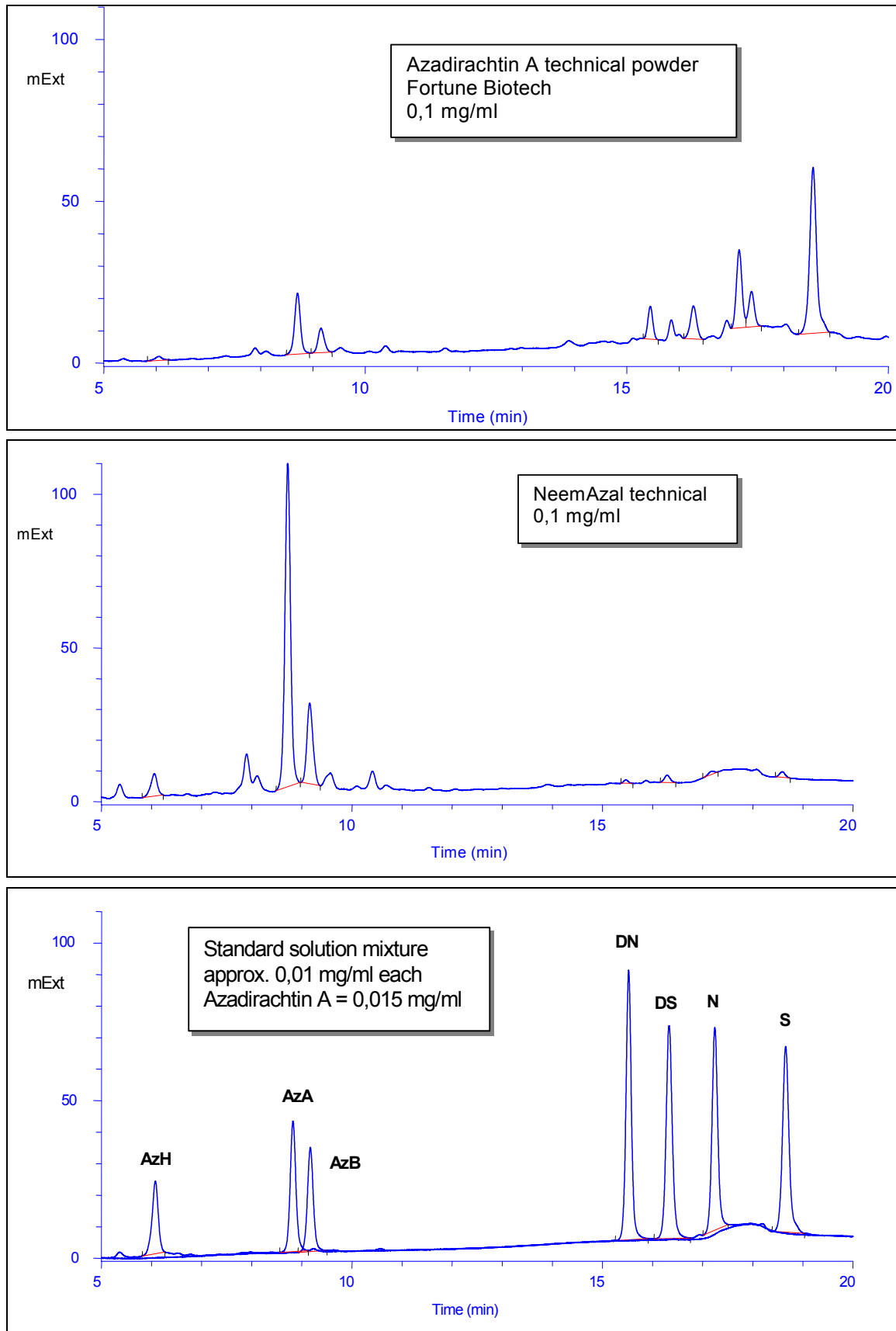




**Abbildung 1a:** HPLC-Chromatogramm im Bereich der Limonoide von Neem-Blättern (oben), Neem-Kernen (Mitte) und Standardlösungen (unten);  
Abkürzungen: AzH: AzadirachtinH; AzB: AzadirachtinB; AzA: AzadirachtinA;  
 DN: Desacetyl-Nimbin; DS: Desacetyl-Salannin; N: Nimbin; S: Salannin



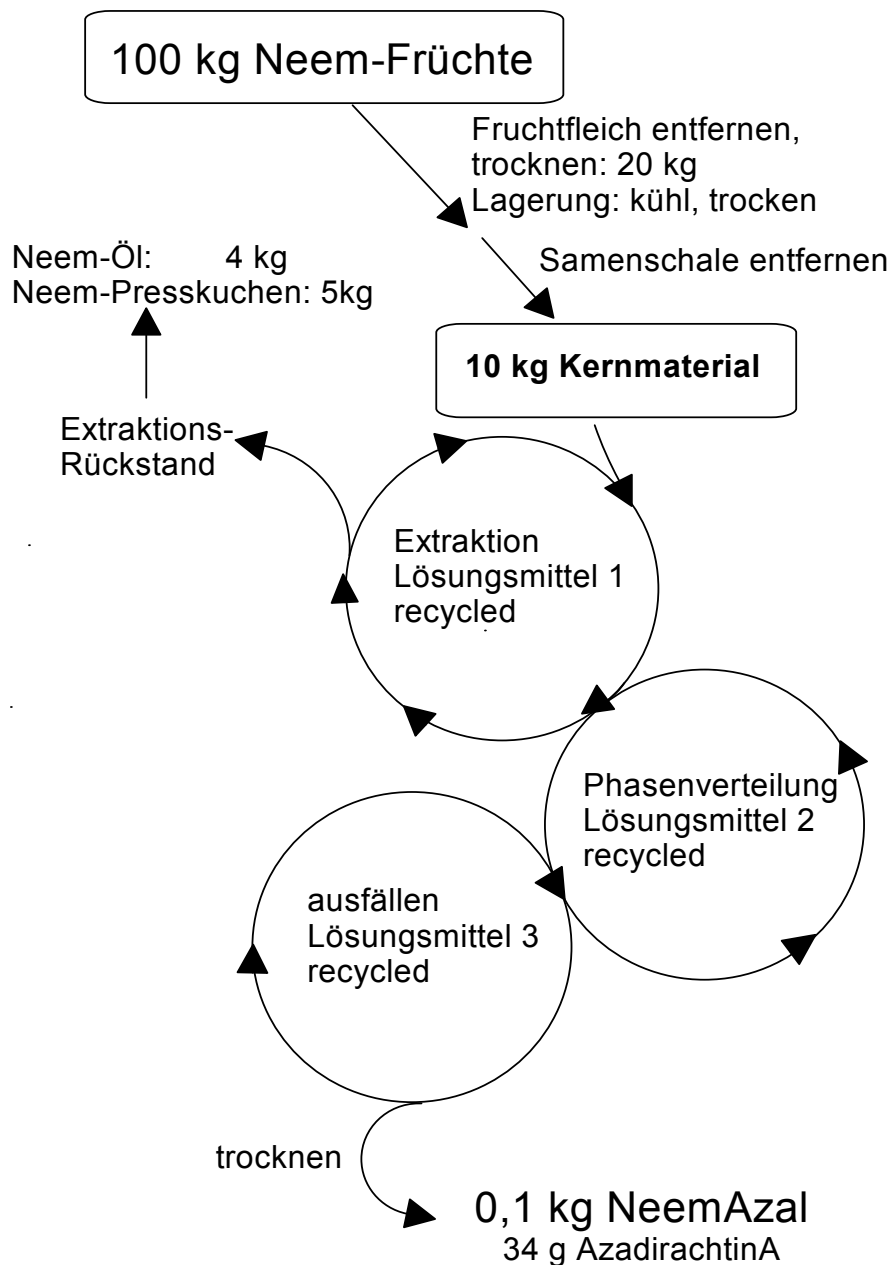
**Abbildung 1b:** HPLC-Chromatogramm im Bereich der Limonoide von Neem-Öl (Trifolio-M, oben); „Azadirachtin powder“ (Indien, Mitte) und Standardlösungen (unten); Abkürzungen s. Abb. 1a.



**Abbildung 1c:** HPLC-Chromatogramm im Bereich der Limonoide von Azadirachtin A technical (Fortune Biotech, India; oben); NeemAzal (Trifolio-M, Mitte) und Standardlösungen (unten); Abkürzungen s. Abb. 1a.

## Herstellung und Standardisierung der Wirkstoffvariante NeemAzal

Der zu NeemAzal führende Anreicherungsprozess verläuft über mehrere aufeinander abgestimmte Extraktions- und Phasenverteilungsschritte, bei denen in der Natur vorkommende bzw. durch enzymatische Prozesse (wie Gärung) herstellbare Lösungsmittel verwendet werden. Das technische Extraktionsverfahren ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Die Lösungsmittel werden während der Herstellung wieder aufbereitet und erneut eingesetzt, um Kosten zu reduzieren und Ressourcen zu schonen.



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der Extraktion von NeemAzal aus Neem-Früchten.

Die Analyse zahlreicher innerhalb mehrerer Jahre erhaltener Chargen an NeemAzal hat im Durchschnitt bezüglich der Limonoide die in Tabelle 1 aufgeführte Zusammensetzung ergeben.

**Tabelle 1: Analytische Ergebnisse zur Zusammensetzung von NeemAzal.**

Substanz	Durchschnittlicher Gehalt in NeemAzal (Gewichts-%)
<u>Azadirachtine:</u>	
Azadirachtin A	34
Azadirachtin B	5.5
Azadirachtin D	2.1
Azadirachtin E	≤ 1
Azadirachtin F	≤ 1
Azadirachtin G	≤ 1
Azadirachtin H	2.3
Azadirachtin I	0.8
Azadirachtin K und andere Azadirachtine	≤ 2
Azadirachtinin	<u>2</u>
<b>Summe der Azadirachtine:</b>	<b>51,7</b>
<u>Andere Limonoide:</u>	
Salannin	3
Nimbin	0.7
Desacetyl-salannin	0.7
Desacetyl-nimbin	0.5
6-O-Acetylnimbandiol	<u>&lt; 1</u>
<b>Summe anderer Limonoide:</b>	<b>5,9</b>
<b>Gesamtsumme aller Limonoide:</b>	<b><u>57.6</u></b>

HPLC-chromatographisch lassen sich neben diesen Limonoiden noch etwa 17 % vermutlich polare, niedermolekulare Substanzen (wie Zucker, Peptide) abtrennen, die im einzelnen schwer zu charakterisieren sind, da sie sich mit chromatographischen und anderen analytischen Methoden nicht eindeutig identifizieren lassen. Teilweise (ca. 12 %) werden diese Substanzen auch ohne Auftrennung von den verwendeten HPLC-Materialien adsorbiert.

Unpolare Inhaltsstoffe (wie Lipide) der Neem-Kerne sind in NeemAzal zu etwas mehr als 5 % und Wasser zu etwa 6 % enthalten. Kationen (Kalium, Natrium, Calcium etc.), Schwefel und Stickstoff sind nur in Spuren vorhanden (zusammen unter 0,5 %).

Insgesamt können also etwa 52 % der Inhaltsstoffe von NeemAzal als biologisch wirksam und ca. 48 % als Inertstoffe betrachtet werden.

Insbesondere bezüglich der biologisch wirksamen Substanzen zeigen die analytischen Ergebnisse, dass die Zusammensetzung von NeemAzal reproduzierbar ist. Dies ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Übertragbarkeit toxikologischer (NIEMANN & HILBIG 2000) und ökotoxikologischer (RUCH et al.1996) Untersuchungsergebnisse.

## Diskussion möglicher toxikologisch relevanter Neem-Inhaltsstoffe

Aufgrund von Laboruntersuchungen, Computersimulationsbetrachtungen bzw. praktischen Erfahrungen sind drei Substanzen, die in Neem-Kernen vorkommen können, besonders sorgfältig zu beobachten:

**Nimbolide:** dieser Neem-Inhaltsstoff zeigte in Laboruntersuchungen an Zellkulturen (COHEN et al. 1996) cytotoxische Eigenschaften; diese Substanz ist aufgrund des aufwendigen Reinigungsverfahrens in NeemAzal höchstens in Spuren vorhanden und beeinträchtigt die guten toxikologischen Eigenschaften nicht (COHEN et al. 1996). Nimbolide würde in der HPLC-Analytik im Retentionsbereich von etwa 14 Minuten erscheinen. Im Gegensatz zu Neem-Blätterextrakten und einigen Neem-Präparaten treten bei NeemAzal in diesem Bereich keine Substanzen auf (s. Abb. 1). Die Wissenschaftler die sich mit diesen cytotoxischen Eigenschaften experimentell beschäftigt haben betonen, dass Azadirachtin aufgrund ihrer Untersuchungen als praktisch nicht toxisch anzusehen ist (COHEN et al. 1996).

**AzadirachtinA:** grobe theoretische Vergleiche von physiologisch wirksamen Molekülteilen toxischer Substanzen mit Teilstrukturen der Wirksubstanz AzadirachtinA scheinen in computergestützten Strukturvergleichsbetrachtungen (COHEN et al. 1996) ein Risikopotential anzudeuten. Selbst wenn eine derart oberflächliche Abschätzung keinen sehr ernst zu nehmenden Hinweis darstellt, muß ihm zur Abschätzung eines Risikopotentials nachgegangen werden. Derartige theoretische Ergebnisse könnten Hinweise darstellen, die - unabhängig von ihrer Qualität - nicht a priori oder theoretisch ausgeräumt werden können. Es muß der wissenschaftlich fundierte Beweis erbracht werden, ob ein Risikopotential besteht oder nicht. Die im Rahmen des Zulassungsverfahrens durch das BGVV erfolgte toxikologische Einschätzung (NIEMANN & HILBIG 2000) der zahlreichen vorgelegten Untersuchungen zu NeemAzal und seinen Formulierungen zeigt, dass für das azadirachtinreiche NeemAzal kein Risiko erkennbar ist. Es mag dabei erstaunen, dass die oben genannte Computerstudie vom US-Verteidigungsministerium unterstützt wurde.

**Aflatoxine:** Zu dieser Substanzgruppe gehören die gefährlichsten mikrobiologischen Gifte, die durch das Wachstum von Pilzen (wie *Aspergillus spp.*) in meist ölhaltigem Pflanzenmaterial (wie Nüssen) gebildet werden (ROSENKRANZ & KLOPMAN 1995). In verpilzten Neem-Kernen und deren Extrakten oder Ölen finden sich Aflatoxine teilweise in sehr erheblichen Mengen. Die Verwendung verpilzter Neem-Kerne oder von daraus gewonnenem Öl ist vermutlich eine Ursache für mitunter gemeldete Todesfälle in asiatischen Ländern. Aufgrund der allgemeinen Aflatoxin-Problematik im Lebensmittelbereich liegen genaue analytische Bestimmungsmethoden vor. Entsprechend unserem Lebensmittelgesetz dürfen Lebensmittel insgesamt nicht mehr als 4 ppb = µg Gesamtaflatoxine/kg Trockengewicht enthalten. Zur Einhaltung eines besonders hohen Sicherheitsstandards akzeptierten Zulassungsbehörden und Antragsteller für NeemAzal-Formulierungen diesen maximalen Grenzwert nach Lebensmittelgesetz. Diese Festlegung hat automatisch zur Folge, dass bei einer aus Gründen des Verbraucherschutz notwendig erscheinenden Verschärfung dieses Grenzwertes auch der maximal akzeptierte Aflatoxingehalt der NeemAzal-Formulierungen diese Bedingung erfüllen muss. Im Rahmen unserer Qualitätskontrolle von NeemAzal-Formulierungen lag der Wert der Produkte in den vergangenen Jahren unterhalb der Bestimmungsgrenze, welche etwa 1±1 ppb für die Gesamtaflatoxine (d. h. B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> und G<sub>2</sub>) beträgt. Die Entwicklung von *Aspergillus spp.* in NeemAzal-Formulierungen kann aufgrund ihrer Zusammensetzung ausgeschlossen werden (ROSENKRANZ & KLOPMAN 1995); diese Erwartung wird durch die Ergebnisse der kontinuierlichen Qualitätskontrolle von NeemAzal-Formulierungen bestätigt. Da während des Extraktionsvorganges von NeemAzal Aflatoxine von der azadirachtinreichen Fraktion nicht

vollständig abgetrennt werden (ROSENKRANZ & KLOPMAN 1995), besteht zur Gewährleistung der Sicherheit während der Extraktion der Neem-Kerne und der Konformität der Produkte besonders ein Bedarf an unverpilzten Neem-Samen. Diese sind inzwischen in Indien in großen Mengen erhältlich, wenn auch zu deutlich höheren Preisen als „ortsübliche“ Samen beispielsweise für die Herstellung von Öl für Seifen. Zur Verbesserung der Qualität der Rohmaterialien wurden in Indien auf Initiative der Firma E.I.D. Parry großflächige Neem-Pflanzungsprojekte begonnen, um gleichbleibende Qualität in genügender Menge gewährleisten zu können.

## Schlussbemerkungen

Zusätzlich zur Schaffung von etwa 100 neuen, überwiegend hochspezialisierten Arbeitsplätzen im Rahmen der großtechnischen NeemAzal-Extraktionsanlage in Süd-Indien werden durch Aufforstungsmaßnahmen insbesondere im indischen Bundesstaat Andhra Pradesh Existenzmöglichkeiten für die ländliche Bevölkerung geschaffen. Die begonnenen Intercropping-Anlagen scheinen aus landbaulicher und sozioökonomischer Sicht dabei besonders geeignet. Die notwendige, bessere Ausbildung der Bauern zur Erhaltung der Anlagen führt in der ländlichen Bevölkerung schon heute ansatzweise zu stabileren Lebensbedingungen.

Die Standardisierung des Wirkstoffes Azadirachtin in Form der Wirkstoffvariante NeemAzal, d.h. also gleichbleibende Zusammensetzung, ist die Voraussetzung für eine sinnvolle Beurteilung bezüglich toxikologischer und ökotoxikologischer Risiken und für die Gewährleistung gleichbleibender Wirksamkeit und andauernder Wirkungssicherheit.

Die vielfältigen Aspekte der Risikoabschätzung und Wirksamkeit werden an anderen Stellen in diesem Band behandelt.

Insbesondere in Bezug auf Produkte, deren individuelle Anwendung nicht nur den einzelnen, sondern erheblich auch seine Umgebung beeinflussen kann (also z. B. Pflanzenschutzmittel), ist eine breite, möglichst fachkompetente und vorurteilsfreie – wenn auch interessenorientierte - Diskussion in der Öffentlichkeit über Nutzen und Risiken unabdingbar. Deshalb danken wir den Organisatoren dieser Fachtagung für ihre Initiative und hoffen, dass sie einen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion über Pflanzenschutzmittel leistet und die Praxis in Richtung mehr „Biologischer Pflanzenschutz“ bewegen hilft.

## Literatur

COHEN, E.; QUISTAD, G. B.; JEFFRIES, P. R. & CASIDE, J. E. (1996): Nimbolide is the Principal Cytotoxic Component of Neem.Seed Insecticide Preparations, *Pestic. Sci.*, 48, 135-140;

COHEN, E.; QUISTAD, G. B. & CASIDA, J. E. (1996): Cytotoxicity of nimbolide, epoxyazadiradione and other limonoids from neem insecticide, *Life Sci.*, 58, 1075-1081

KETKAR, C. M.; KETKAR, M. S. (1993): Different Uses of Neem S. 1-12; Proceedings of 2<sup>nd</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones (ed. h. Kleeberg), Druck & Graphic, Giessen .

KLICHE-SPORY, C. & KLEEBERG, H. (2000): Risk Estimation of Mould Growth in NeemAzal and its Formulation NeemAzal-T/S, S. 55-58; Proceedings of the 8<sup>th</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones (eds. KLEEBERG & ZEBITZ), Druck & Graphic, Giessen .

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1992): *Neem: A Tree For Solving Global Problems*, Nat. Acad. Press, Washington, D.C.

NIEMANN, L.; HILBIG, V. (2000): Die gesundheitliche Bewertung des Einsatzes von Naturstoffen im Pflanzenschutz am Beispiel von Neemkernextrakten; *Gesunde Pflanzen*, 52, Heft 5, S.135-141 . (s. auch dieser Band)

RANDHAWA, N. S. & PARMAR B. S. (eds.) (1993): *Neem – Research and Development*, Soc. Of Pesticide Sci., India, New Delhi

ROSENKRANZ, H. S. & KLOPMAN, G. (1995): An Examination of the Potential „Genotoxic“ Carcinogenicity of a Biopesticide Derived From the neem Tree, *Environ. Mol. Mutagen.*, 26, 255-260

RUCH, B. et al. (1996): Summary of Some Environmental Aspects of the Neem Ingredient NeemAzal and NeemAzal-T/S; S. 15-20; Proceedings of 5<sup>th</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones (eds. KLEEBERG & ZEBITZ), Druck & Graphic, Giessen

SCHMUTTERER, H. (ed.) (1995): *The Neem Tree*, VCH, Weinheim



## **Produktion und Qualitätssicherung von Pyrethrumpräparaten**

Andreas Prokop

W. NEUDORFF GmbH KG, Postfach 1209, 31857 Emmerthal

Die Produktion von Pyrethrum wird schon nahezu 2000 Jahre betrieben. Alten Überlieferungen zu Folge wurde schon zu Christi Geburt im chinesischen Bereich Pyrethrum als Schädlingsbekämpfungsmittel eingesetzt. Während des Mittelalters fand Pyrethrum seinen Weg über die Seidenstraße nach Persien. Dort wurde sein Geheimnis als Persisches Insektenpulver lange Zeit streng gehütet. Später wurde Pyrethrum dann auch in Europa als Dalmatisches Insektenpulver bekannt und seit 1840 kommerziell angeboten. Die geschäftstüchtigen Japaner stiegen dann (um die Jahreswende 18./19. Jahrhundert) in die Produktion von Pyrethrum ein und haben bis zu Beginn des II. Weltkrieges den Weltmarkt dominiert. Bedingt durch die Blockade - Politik gegenüber Japan während des II. Weltkrieges fiel Japan als Produzent aus und afrikanische Staaten, insbesondere Kenia, übernahmen in dieser Zeit eine führende Rolle in der weltweiten Pyrethrum Produktion.

Die weltweite jährliche Ausbeute wird auf ca. 20.000 Tonnen getrockneter Blütenköpfe geschätzt. Ca. 60-70 % der Gesamtmenge werden in Kenia produziert. Gefolgt von Tasmanien (Australien), Tansania und Ruanda. Kleinere Mengen werden auch noch in Neu Guinea, Equador und Südafrika produziert.

Der Aufstieg Kenias zum weltweit führenden Pyrethrum Exporteur ging einher mit der Entdeckung, dass für den Anbau der Pyrethrum Pflanze die tropische Sonne und die relativ kalten Nächte (5 – 15 °C) des kenianischen Hochlandes (1900 – 2700 m Höhe) ideale Bedingungen darstellen. Wichtig für eine gute Ernte ist auch ein Mindestregenfall von 1200 mm pro Jahr. Noch wichtiger als die Menge ist allerdings die gleichmäßige Verteilung der Niederschläge über die Wachstums- und Erntezeit, denn Regen als ständiger Stimulator des Blühens bestimmt die Höhe des Ertrages. Häufiges Blühen ist eminent wichtig, da es im Gegensatz zu den meisten landwirtschaftlichen Erwerbskulturen beim Pyrethrum-Anbau auf die Blüten ankommt. 85 % des in der Pflanze befindlichen Pyrethrums lagert sich in ihnen ab und macht sie deshalb zur Gewinnung der natürlichen Insektizide so wertvoll.

In Kenia wird seit 1928 Pyrethrum - Anbau betrieben. Organisiert und gemanagt wird der Pyrethrum Anbau in Kenia vom sog. „Pyrethrum Board of Kenia“. Bei dieser Institution handelt es sich um eine staatlich kontrollierte Genossenschaft, die alle notwendigen Aktivitäten organisiert und verwaltet.

Bis 1962 wurde Kenias Pyrethrum meist in kolonialen Farmen mit Flächen von über 20 ha produziert. Nach Ende der Kolonialzeit wurden diese Farmen in einer Landreform zugunsten der landlosen Bevölkerung aufgeteilt. Heute sind über 200.000 kleinbäuerliche Betriebe für über 95 % der Ernte verantwortlich.

Ein typischer Kleinstbauer besitzt ca. 2-4 ha von denen ca. 1/3 zum Pyrethrum Anbau genutzt wird. Auf einem Hektar werden ca. 52.000 Pyrethrum Pflanzen angebaut (Abstand 30 x 60 cm).

Schon nach 6 Monaten beginnt man mit der Ernte, die in Abständen von 2-3 Wochen wiederholt wird. Bei der Ernte wird die Blüte in ihrem höchsten Reifestadium – möglichst ohne Stengelteil – gepflückt. Nach der Ernte werden die Blüten sofort getrocknet/Sonneneinstrahlung oder maschinell (eine eventuell einsetzende Fermentation reduziert den Pyrethrumgehalt erheblich).

Während ursprünglich die gemahlene Blütenköpfe als Pulver zum Einsatz kamen, benötigt der Weltmarkt heute praktisch nur noch hochgereinigte Extrakte für Flüssigprodukte.

Die Aufbereitung oder Fertigung dieser Flüssigextrakte erfolgt wie folgt:

1. Die getrockneten Blüten werden von den Farmen an Kenia Pyrethrum Board geliefert.
2. Dann erfolgt eine Grobreinigung mittels Rüttelmaschine und Magnetabsorbern.
3. Lagerung der Blüten in speziellen Silos unter N<sub>2</sub> Atmosphäre.
4. In einer Kugelmühle/Hammermühle werden die Blüten zu einem groben Pulver/Staub zerkleinert.
5. An die mechanischen Reinigungsmittel schließt sich dann ein erster Extraktionsschritt mit Hexan an.
6. Das Hexan wird in mehreren Schritten wieder abgedampft und als Ergebnis erhält man den sog. „Crude Extrakt“ (Rohextrakt) auch Pyrethrum Mark genannt. Dieser Crude Extrakt ist dunkelbraun und leicht viskos und enthält 30 % Pyrethrum (Pyrethrine). Der Crude Extrakt wird dann weiter aufgereinigt (veredelt) zum sog. Pale Pyrethrum Extrakt.
7. Hierzu sind weitere Extraktionsschritte mit Methanol und Isoparaffin notwendig.
8. Zum Schluß erfolgt noch eine CO<sub>2</sub> Behandlung bei tiefen Temperaturen, um bestimmte Farbpigmente zu entfernen. Das Ergebnis ist dann ein leicht orange/bernsteinfarbener klarer Extrakt, der sog. Pale Pyrethrum Extrakt.

Dieser Pale Extrakt dient weltweit als Ausgangsmaterial für die diversen Formulierungshersteller. Mit diesem Pale-Extrakt wurden auch die umfangreichen toxikologischen Studien zum Wirkstoff erstellt, die im Rahmen der Zulassung gefordert werden.

## **Gegenwärtige und zukünftige Anwendungsmöglichkeiten von niem- bzw. pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten im ökologischen Landbau**

### **Pyrethrum- und Neempräparate im Ökologischen Obstbau**

Jutta Kienzle

Wollgrasweg 49, D-70599 Stuttgart

im Auftrag der Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V., 74189 Weinsberg

### **Einleitung**

Natürliches Pyrethrum, das aus der Chrysantheme *C. cinerariifolia* gewonnen wird, ist einer der ältesten und bekanntesten Pflanzenextrakte, die traditionell im ökologischen Landbau eingesetzt werden. In den letzten Jahren wird die Leistung dieses Präparates für den ökologischen Landbau jedoch immer wieder kontrovers diskutiert. Ausser der Namensähnlichkeit mit den synthetischen Pyrethroiden und den damit verbundenen Missverständnissen ist hier die nicht selektive Wirkung des Präparates ein wesentlicher Kritikpunkt.

Im April 2000 wurde das Neempräparat NeemAzal-T/S für einige Anwendungen an Apfel zugelassen. Die Anwendungsbeschränkung für Azadirachtin in Anhang II Teil B der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 zum ökologischen Landbau wurde mit der Novellierung vom 19. Mai 2000 aufgehoben. Hiermit steht dem ökologischen Landbau jetzt ein zweites Insektizid auf pflanzlicher Basis mit gänzlich anderer Wirkung zur Verfügung. NeemAzal-T/S führt kaum zu sofortiger Mortalität der Schädlinge sondern weist Effekte wie Häutungs- und Entwicklungshemmung, Störungen der Fekundität und der Fertilität sowie Frasshemmung auf. Der Wirkstoff muss vom Insekt über die Pflanzennahrung aufgenommen werden. Nützlinge nehmen daher im allgemeinen nicht genug Wirkstoff auf, als dass eine Schädigung unter Freilandbedingungen gegeben wäre. Schädigungen können nur bei sehr dünnhäutigen Larven wie Schwebfliegenlarven auftreten, die den Wirkstoff möglicherweise über die Haut aufnehmen (HERMANN et al. 1998).

Im folgenden soll kurz zusammengefasst werden:

- Nach welchen Kriterien und bei welchen Indikationen Pyrethrum momentan im Ökologischen Obstbau eingesetzt wird
- Welche dieser Anwendungen unverzichtbar sind und nach den bisherigen Erfahrungen von den Auswirkungen auf die Abundanz von Insektenarten, die Nicht-Zielorganismen sind, als eher weniger problematisch eingestuft werden können
- Wo Alternativen vorhanden sind bzw. wegen zu geringer Wirksamkeit oder aufgrund nur schwer vertretbarer Auswirkungen der Anwendung auf die Abundanzen einzelner Artengruppen der Arthropodenfauna benötigt werden
- Wie NeemAzal-T/S im ökologischen Obstbau angewendet werden kann und welche Anwendungen noch optimiert bzw. untersucht werden müssen
- Ferner wird der Kenntnisstand der möglichen Alternativen zu Pyrethrum aufgezeigt und die Möglichkeiten und Grenzen von NeemAzal-T/S als Alternative zu Pyrethrum diskutiert

## Kriterien für den Einsatz von Pyrethrum als wenig selektives Präparat

Dem ökologischen Anbau stehen nur wenige Präparate für die Insektenregulierung zur Verfügung. Die Wirkungsgrade sind nicht immer mit denen synthetischer Insektizide vergleichbar, in vielen Fällen gibt es auch keine wirksame Regulierungsmaßnahme bei starkem Befallsdruck. Spinnmilben können z. B. im Obstbau nur mit Ölpräparaten kurz vor dem Schlupf der Wintereier bekämpft werden. Eine Regulierungsmaßnahme bei akutem Befall im Sommer existiert nicht.

Wird ein breitenwirksames Insektizid zu einem Zeitpunkt, bei dem die Nützlingsfauna schwer geschädigt wird, eingesetzt und erfolgt dadurch eine starke Vermehrung von Spinnmilben, bedeutet dies für den Öko-Obstbauern, dass er hohe Schäden in Kauf nehmen muss, die er nicht mehr verhindern kann. Ein konventioneller Betrieb kann in diesem Fall ein synthetisches Akarizid einsetzen und so den Schaden verhindern.

Dementsprechend erfolgt der Einsatz wenig selektiver Präparate im ökologischen Landbau aus betriebswirtschaftlicher Sicht heraus anders als im konventionellen Anbau. Während im konventionellen Anbau maximal die Kosten einer Folgespritzung in Betracht zu ziehen sind, müssen im Öko-Anbau wesentlich höhere Risiken und damit auch Kostenfaktoren einkalkuliert werden (Abb.1).

Ein Eingriff wie eine großflächige Pyrethrum-Behandlung im Apfelanbau nach der Blüte, wird aus rein fachlichen – ökonomischen - Gründen deshalb im allgemeinen erst gar nicht in Erwägung gezogen.



**Abb.1:** Ökonomische Schadensschwelle für den Einsatz von „breit wirksamen“ Pyrethrumpräparaten

Pyrethrum-Behandlungen sind im Obstbau nur dort aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll, wo:

A: der Schaden ohne Behandlung sehr groß ist und

B: das Risiko von Folgeschäden sehr gering ist

Dies ist dann der Fall, wenn eine Beeinträchtigung der Nützlingsfauna entweder durch die Wahl des Applikationstermins (z. B. zu Beginn der Vegetationszeit, wenn nur wenige Nutzarthropoden vorhanden sind) oder der Applikationsmodalität (Herdbehandlungen) weitgehend vermieden werden kann. Bei grossem Baumvolumen (Kirschen) sind nie Folgeschäden aufgetreten, entsprechend werden die Punkte A und B gewichtet.

In vielen Fällen unterliegt daher das „System Öko-Obstbauer – Pyrethrumeinsatz“ einer natürlichen Selbstregulation. Wenn eine starke Schädigung der Nutzarthropodenfauna weitgehend vermieden wird, sind auch relativ geringe Beeinträchtigungen der gesamten Arthropodenpopulation zu erwarten.

Einige Indikationen, bei denen aufgrund meist geringer Flächen (z. B. Birnengallmücke) oder grossen Baumvolumens (z. B. Kirschfruchtfliege oder Blattläuse an Süsskirschen) das Risiko von Folgeschäden erfahrungsgemäss sehr gering und die Schäden ohne Behandlung sehr gross sind, bilden hier jedoch eine Ausnahme. In diesen Fällen ist der Einsatz des wenig selektiven Präparates zwar betriebswirtschaftlich sinnvoll, die Auswirkungen auf die Abundanz indifferenter Arten sind aber bei Anwendungen zu einem Zeitpunkt, in dem die meisten Arthropoden in den Anlagen zu finden sind, nicht ganz vernachlässigbar. Hier wird der Einsatz von Pyrethrum seitens des ökologischen Landbaus sehr kritisch beurteilt, aus Gründen der Sicherung der Existenz der Betriebe aber toleriert. Längerfristig muss aber für diese Indikationen an Alternativen gearbeitet werden.

Grundsätzlich ist auch zu berücksichtigen, dass Pyrethrine sehr schnell abgebaut werden und nur durch direkte Kontaktwirkung eine Mortalität bewirken. Der Effekt einer Pyrethrumbehandlung auf Raubmilben oder kleinere sehr empfindliche Nutzarthropoden wie z. B. *Trichogramma spec.* ist daher nicht vergleichbar mit dem synthetischer Pyrethroide wie Decis oder Parathion (TRAPMAN & BOERTIES 1999; WETZEL & DICKLER 1994) sondern wesentlich geringer. Durch den schnellen Abbau und die wesentlich geringere Mortalität ist auch eine schnellere Regeneration geschädigter Arthropodengruppen zu erwarten als dies bei den genannten synthetischen breitwirksamen Insektiziden der Fall ist. Dies entspricht den Beobachtungen in der Praxis sowohl was die Regeneration der Nützlings- als auch der Schädlingspopulationen betrifft. So werden etwa beim Apfelblütenstecher in Lagen, in denen eine starke Zuwanderung erfolgt, u. U. zwei Behandlungen mit Pyrethrum empfohlen, da kaum ein Effekt der Behandlung auf Tiere, die nach 1-2 Tagen zuwandern, zu erwarten ist.

## **Anwendung von Pyrethrum im ökologischen Anbau und Bewertung bzw. Alternativen**

- **Indikation Apfelblütenstecher**

Es wird im allgemeinen eine Behandlung kurz nach dem Knospenaufbruch durchgeführt. Die Wirkung ist erfahrungsgemäss zufriedenstellend.

Aufgrund des frühen Spritztermins ist die Beeinträchtigung der Nutzarthropoden relativ gering.

Bisher sind keine Alternativen bekannt.

- **Indikation Blattläuse an Kernobst**

Der großflächige Einsatz von Pyrethrum vor der Blüte gegen die Mehligke Apfellaus zeigte einen gewissen Effekt solange zumindest ein Teil der Fundatrigenien noch nicht in den Blättern eingerollt waren und daher direkt getroffen wurden. Die überlebenden Blattläuse entwickelten sich jedoch ungehindert weiter, so dass meist trotzdem Schäden entstanden. Im

Gegensatz dazu hat NeemAzal-T/S eine teilsystemische Wirkung und muss vom Insekt aus der Pflanze aufgenommen werden. Daher werden auch eingerollte Blattläuse erfasst. Die Fundatrigenien selbst werden nur in ihrer Fortpflanzungsfähigkeit beeinflusst, Jungläuse werden in ihrer Entwicklung gehindert. Dadurch ergibt sich eine sehr gute und lang anhaltende Wirkung einer frühen Behandlung, so dass Pyrethrum hier weitgehendst durch NeemAzal-T/S abgelöst wird. Ist die Blattlauspopulation aber bereits voll entwickelt, wirkt NeemAzal-T/S so langsam, dass Schäden nicht verhindert werden können.

Herdbehandlungen mit Pyrethrum gegen voll entwickelte Kolonien der Mehligen aber auch der Grünen Apfellaus, vor allem an Jungbäumen und in der Baumschule (Spritzen oder Tauchen von Zweigen) müssen daher weiterhin durchgeführt werden. Bei Herdbehandlungen sind eher geringe Nebenwirkungen auf die Abundanz indifferenter Arten und die Nutzarthropodenfauna in der Obstanlage zu erwarten.

Gegen die Grüne Apfellaus ist NeemAzal-T/S nicht ausreichend wirksam.

Momentan sind zu diesen Pyrethrum - Behandlungen keine Alternativen bekannt, derzeit werden aber Quassiaextrakte gegen die Grüne Apfellaus geprüft. Hintergrund der Suche nach Alternativen ist aber eher die rasche Regeneration der Schädlingspopulation nach der Behandlung als die Problematik der Breitenwirksamkeit von Pyrethrum.

- **Indikation Birnengallmücke *Contarinia pyrivora***

Es wird eine Pyrethrum-Spritzung während der Blüte gegen die Adulten Tiere durchgeführt. Diese Anwendung wird auch von den ökologischen Obstbauern im Hinblick auf Beeinträchtigungen der Arthropodenfauna sehr kritisch hinterfragt. Sie muss aus ökonomischen Gründen allerdings in Befallslagen erfolgen. Folgeprobleme wurden allerdings bisher nicht bekannt, es handelt sich bei den betroffenen Anlagen aber auch fast immer um relativ kleine Flächen.

Alternativen sind keine bekannt, NeemAzal-T/S kann nicht eingesetzt werden, da bei vielen Birnensorten starke Phytotoxizität beobachtet wurde (SCHULZ et al. 1998).

- **Indikation Blattläuse an Pflaumen und Sauerkirschen**

Nach ersten Erfahrungen können grossflächige Pyrethrum-Anwendungen vor und nach der Blüte gegen Blattläuse an Pflaumen und Sauerkirschen vermutlich durch den Einsatz von NeemAzal-T/S ersetzt werden. Dies muss aber noch weiterhin überprüft werden. Herdbehandlungen mit Pyrethrumpräparaten können aber weiterhin notwendig sein und sind aus den bereits beim Kernobst genannten Gründen als relativ unproblematisch einzustufen.

- **Indikation Blattläuse an Suesskirschen**

Hier werden grossflächige Anwendungen mit Pyrethrum durchgeführt. NeemAzal-T/S ist erwiesenermaßen nicht genügend wirksam. Alternativen sind nicht bekannt, Neudosan ist erfahrungsgemäß zu wenig wirksam. Folgeprobleme sind bisher nicht bekannt geworden. Auswirkungen auf die Abundanz einzelner Artengruppen der Arthropodenfauna sind aber zu erwarten, Alternativen wären daher zu begrüßen.

- **Indikation Kirschfruchtfliege**

Die Kirschfruchtfliege ist in manchen Regionen ein sehr bedeutender Schädling für den Kirschanbau. Beim Farbwechsel der Früchte werden ein oder zwei Behandlungen mit Pyrethrum gegen die adulten Fliegen durchgeführt. Der Erfolg ist nach Erfahrungen mäßig aber sichtbar, die Auswirkungen auf die Arthropodenfauna einer großflächigen Behandlung zu diesem Zeitpunkt sind allerdings sehr kritisch zu bewerten.

Das Aufhängen von Köderfallen (Frutec, Fa. Andermatt Biocontrol AG, Schweiz) stellt nur eine unzureichende Alternative dar. Größere Kirschenanlagen werden aufgrund der ungelösten Problematik momentan meist nicht umgestellt.

Bei der Anwendung von NeemAzal-/TS zeigten sich teilweise interessante Resultate, die jedoch noch zu überprüfen sind. Teilweise konnte auch kein Effekt beobachtet werden. Aus der Literatur ist bekannt, dass die Aufnahme von NeemAzal-T/S bei Fruchtliegen (*Rhagoletis indifferens*) zu einer Sterilisation der Weibchen führt, so dass keine Eiablage erfolgt (RANDEN et al. 1998). Eine Überprüfung und gegebenenfalls Umsetzung dieses Ansatzes für eine Alternative wäre dringend notwendig.

- **Indikation Kirschblattwespe *Caliroa cerasi***

Dieser Schädling ist erst in 2000 zum ersten Mal stark aufgetreten. Nach Praxisbeobachtungen zeigten Anwendungen von Pyrethrum gegen die erste Generation vier Wochen nach der Blüte oder gegen die zweite Generation zwei Wochen nach Ernte eine zufriedenstellende Wirksamkeit. Eine ganzflächige Behandlung zu diesen Terminen ist natürlich sehr kritisch zu betrachten, Alternativen sind bisher nicht bekannt, sollten aber dringend untersucht werden.

- **Indikation Stachelbeerblattwespe**

Bei Auftreten der ersten Symptome werden Herdbehandlungen mit Pyrethrum durchgeführt. Hierbei sind eher geringe Nebeneffekte zu erwarten. Die Wirkung ist nach Praxiserfahrungen recht gut.

Als Alternative wäre es grundsätzlich interessant, NeemAzal-T/S zu prüfen. Versuchsergebnisse hierzu liegen der Autorin bis jetzt nicht vor.

### **Anwendung von NeemAzal-T/S im ökologischen Obstbau**

Die wichtigste Indikation für die Anwendung von NeemAzal-T/S im ökologischen Obstbau ist momentan die Mehligke Apfellaus. Normalerweise reicht eine Anwendung vor der Blüte mit 1,5 l/ha und m Kronenhöhe für die Regulierung aus. In sehr frühen Lagen, in denen bereits Mitte März behandelt wird, oder bei extrem ungünstigen Witterungsbedingungen vor der Blüte kann es aber zu Spätbefall kommen, der dann meist im Ende Mai, Anfang Juni auftritt und noch zu Fruchtschäden führen kann. Hier muss NeemAzal-T/S in einem gesplitteten Verfahren eingesetzt werden, d.h. 1 l/ha/m Kronenhöhe vor der Blüte und 0,5-1 l/ha/m Kronenhöhe nach der Blüte. Um in allen Gebieten eine sichere Regulierung der Mehligke Apfellaus im ökologischen Obstbau zu gewährleisten, muss eine Zulassung für diese Indikation noch erfolgen (KIENZLE et al. 1998).

Eine gute Wirkung der Vorblütenbehandlung gegen Frostspanner wurde nachgewiesen (KIENZLE et al. 1995; SCHULZ et al. 1998; GALLI & EPP 1998), diese Indikation ist auch zugelassen. Der Effekt kann durch Mischung mit reduzierten Aufwandmengen von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten noch verbessert werden (SCHULZ et al. 2000).

Ebenfalls bereits zugelassen ist die Indikation Schwarze Holunderblattlaus.

Nach ersten Ergebnissen (HAPKE et al. 1995) und Erfahrungen ist anzunehmen, dass einige Blattlausarten an Steinobst (s. dort) ebenfalls mit NeemAzal-T/S zu regulieren sind. Momentan besteht hier aber noch keine Zulassung. Zu prüfen sind ebenfalls noch die Indikationen Kirschblattwespe, Stachelbeerblattwespe, Kirschfruchtfliege und Kirschblütenmotte.

Als weitere sehr wichtige Indikation könnten sich fruchtschädigende Wanzen herausstellen. Erste interessante Erfahrungen liegen vor (BRASS et al. 1995) und werden derzeit weiter überprüft.

## **NeemAzal-T/S als Alternative zu Pyrethrum**

Vor allem im Bereich der Bekämpfung der Mehligigen Apfelblattlaus spielt NeemAzal-T/S eine sehr bedeutende existentielle Rolle im ökologischen Obstbau. Ganzflächige Behandlungen mit Pyrethrum vor der Blüte werden nach der Zulassung von NeemAzal-T/S wohl weitgehend unterbleiben. NeemAzal-T/S hat eine gänzlich andere Wirkungsweise als Pyrethrum. Während letzteres lediglich über die Kontaktwirkung agiert, wirkt NeemAzal-T/S als "Insektistat" und verhindert einen Aufbau der Population. Bei bereits bestehenden hohen Populationen kann es aber nicht als "Feuerwehr" eingesetzt werden. Für diesen Bereich ist Pyrethrum nach wie vor unersetzlich. Ausserdem ist NeemAzal-T/S bei verschiedenen Blattlausarten wie z. B. der Grünen Apfellaus oder der Schwarzen Kirschenlaus an Süßkirschen nicht wirksam, so dass auch hier Pyrethrum weiterhin von Bedeutung ist. Die beiden Präparate sind also nicht als Alternativen sondern als gegenseitige Ergänzung in Regulierungsstrategien zu betrachten. Dies gilt auch für alle anderen Indikationen, in denen die Möglichkeit des Einsatzes von NeemAzal-T/S noch zu prüfen ist.

## **Schlussbetrachtung**

Das pflanzliche Insektizid Pyrethrum ist für den ökologischen Obstbau ein unverzichtbarer Bestandteil der Pflanzenschutzstrategie. Die Breitbandwirkung und die entsprechenden Auswirkungen auf die Arthropodenfauna ist zwar zu berücksichtigen, kann aber im Freiland nicht mit Breitenwirksamkeit synthetischer Insektizide wie z. B. Pyrethroide oder Parathion verglichen werden. Der schnelle Abbau der Pyrethrine in Verbindung mit einer relativ geringen Mortalität sind gute Voraussetzungen für eine rasche Regeneration der Abundanz betroffener Arthropodengruppen.

Wenn zusätzlich in der Anwendung durch Wahl früher Applikationstermine oder Herdbehandlungen eine Beeinträchtigung der Arthropodenfauna weitgehend verhindert werden kann, so ist ein Einsatz von Pyrethrinen vom Gesichtspunkt der Beeinflussung der Abundanz von Nützlingen und indifferenten Arten für den ökologischen Landbau durchaus vertretbar.

Einige dieser Indikationen wie z.B. der Apfelblütenstecher sind von existentieller Bedeutung für die Erwerbsbetriebe und müssen daher unbedingt erhalten bleiben. Wenn hohe Abstandsauflagen wie zur Zeit diskutiert erteilt werden, würde das für viele Öko-Betriebe einem Anwendungsverbot gleichkommen. Besonders betroffen sind hier die Betriebe im Alten Land.

In einigen Kulturen allerdings, vor allem in Kirschen, müssen zur Zeit mangels Alternativen grossflächige Anwendungen von Pyrethrinen bei fortgeschrittener Vegetation durchgeführt werden. Diese Indikationen werden vom ökologischen Obstbau sehr kritisch beurteilt und es besteht dringender Handlungsbedarf, hier vermehrt nach Alternativen zu suchen.

Auf europäischer Ebene wird zur Zeit diskutiert, nur noch Pyrethrum-Präparate in Anhang II Teil B der Verordnung (EWG) 2092/91 zu listen, die kein Piperonylbutoxid als Synergisten enthalten. Wenn ein nachweislich wirksames Präparat zu Verfügung stünde, das diese Anforderungen erfüllt, wäre dies sehr zu begrüßen. Vorher müsste ein solches Präparat allerdings in Deutschland noch als Pflanzenschutzmittel zugelassen werden. Ansonsten würde



ein PBO-Verbot einem Verbot der Pyrethrum-Anwendung mit den oben angeführten Konsequenzen gleichkommen.

Das neu zugelassene pflanzliche Insektizid NeemAzal-T/S stellt eine sehr wertvolle Bereicherung der Pflanzenschutzstrategie im ökologischen Obstbau dar. Es gibt allerdings noch einige Zulassungslücken sowie einige potentielle Anwendungsgebiete, in denen die Wirkung noch untersucht werden muss.

Aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsweisen ergänzen sich die beiden jetzt verfügbaren pflanzlichen Insektizide hervorragend. Durch die Zulassung von NeemAzal-T/S sind jetzt Gesamtstrategien von vorbeugenden und „kurativen“ Behandlungen zur Regulierung einzelner Schädlinge möglich geworden, die wesentlich zu einer höheren Sicherheit im ökologischen Obstbau beitragen. Bei einzelnen Indikationen kann auch ein Wirkstoffwechsel vorgenommen werden, um eine Resistenzbildung zu vermeiden.

Der Schutz von Nicht-Zielorganismen und die Bewahrung der Umwelt ist eine sehr wichtige Grundlage des ökologischen Landbaus. Viele Bestandteile der „normalen“ Pflanzenschutzstrategien sind daher im Öko-Landbau nicht zugelassen. Gerade aufgrund dieses hohen Risikos ist der Öko-Landbau aufgrund seines noch geringen Flächenanteils ein relativ unbedeutender Markt für die Hersteller von Pflanzenschutzmitteln. Aus wirtschaftlichen Gründen können diese daher in Präparate, die vorwiegend im Öko-Landbau eingesetzt werden, nur wenig investieren. Dies führt dazu, dass für spezifische „Öko-Präparate“ wie auch Pyrethrum oft nur sehr dürftige Datengrundlagen im ökotoxikologischen Bereich existieren. Beurteilungen anhand dieser Daten können zu Auflagen führen, die nicht unbedingt dem tatsächlichen ökotoxikologischen Risiko entsprechen. Dies kann für den Öko-Obstbau eine existenzbedrohliche Situation bedeuten. Wenn diese Auflagen auch zu einer Limitierung oder zu einem Verbot der Vermarktung im Haus- und Kleingartenbereich führen, wird das Marktsegment weiter drastisch eingeschränkt. Erlischt das Herstellerinteresse an dem Präparat aus diesem Grund und verschwindet das Präparat daher längerfristig vom Markt, werden dem ökologischen Obstbau wichtige Existenzgrundlagen entzogen. Dies kann auch der Fall sein, wenn aufgrund zu geringer Datengrundlage bzw. zu hoher Kosten für die Erarbeitung der Daten eine Zulassung für eine bestimmte Indikation (z. B. Kirschfruchtfliege als rückstandsrelevanter Einsatzbereich von NeemAzal-T/S) nicht erteilt oder nicht fortgeführt wird.

Diese Entwicklung kann in einer Zeit zunehmenden Umweltbewusstseins und zunehmender Ökologisierung nicht wünschenswert sein. Im Dialog von Anwendern, Firmen und Zulassungsbehörden muss daher eine für alle Seiten akzeptable Lösung für die einzelnen Probleme erarbeitet werden.

## Literatur

BRASS, S.; SCHULZ, C.; KIENZLE, J.; ZEBITZ, C. P. W. (1995): Untersuchungen zur Wirkung von NeemAzal-T/S auf fruchtschädigende Wanzen und zur Umweltverträglichkeit im ökologischen Apfelanbau des Alten Landes. In: Fördergem. Ökol. Obstbau e.V. (Hrsg.) (1995): 7. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Weinsberg. S. 109-113.

GALLI, P. & EPP, P. (1998): Zweijährige Versuchsergebnisse mit NeemAzal-T/S in Apfelanlagen. In: KIENZLE, J. & ZEBITZ, C. P. W. (Hrsg.): Biologische Pflanzenschutzverfahren im Erwerbsobstbau: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch. Hohenheim, 1998: 123-125.

- HAPKE, C.; SCHULZ, C.; KIENZLE, J.; ZEBITZ, C. P. W. (1995): Versuche zur Regulierung von Blattläusen an verschiedenen Obstarten und Hopfen mit NeemAzal-T/S und zum Einfluß von NeemAzal-T/S auf die Besuchsfrequenz von Ameisen an behandelten Blattläusen. In: Fördergem. Ökol. Obstbau e.V. (Hrsg.) (1995): 7. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Weinsberg. S. 153-157.
- HERMANN, P.; KIENZLE, J.; ZEBITZ, C. P. W. (1998): Nebenwirkungen von NeemAzal-T/S auf Nützlinge In: KIENZLE, J. & ZEBITZ, C. P. W. (Hrsg.): Biologische Pflanzenschutzverfahren im Erwerbsobstbau: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch. Hohenheim, 1998: 96-104.
- KIENZLE, J.; SCHULZ, C.; ZEBITZ, C. P. W. (1998): Untersuchungen zur Wirkungssicherheit und Wirtschaftlichkeit von NeemAzal-T/S sowie erste Ergebnisse zur Kombination mit *B. thuringiensis* zur Regulierung des Kleinen Frostspanners *O. brumata* In: KIENZLE, J. & ZEBITZ, C. P. W. (Hrsg.): Biologische Pflanzenschutzverfahren im Erwerbsobstbau: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch. Hohenheim, 1998: 131-140.
- KIENZLE, J.; SCHULZ, C.; ZEBITZ, C. P. W. (1995): Zweijährige Erfahrungen mit dem Einsatz von NeemAzal in ökologisch wirtschaftenden Obstbaubetrieben. In: Fördergem. Ökol. Obstbau e.V. (Hrsg.) (1995): 7. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Weinsberg. S. 128-132.
- RANDEN, E. J.-VAN; ROITBERG, B. D. (1998): Effect of a neem (*Azadirachta indica*)-based insecticide on oviposition deterrence, survival, behavior and reproduction of adult western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae). In: Journal-of-Economic-Entomology. 1998, 91: 1, 123-131
- SCHULZ, C.; KIENZLE, J.; ZEBITZ, C. P. W. (1998): Wirkung von NeemAzal-T/S auf die Mehliges Apfella. In: KIENZLE, J. & ZEBITZ, C.P.W. (Hrsg.): Biologische Pflanzenschutzverfahren im Erwerbsobstbau: Praxis, Beratung und Forschung im Gespräch. Hohenheim, 1998: 87-95.
- SCHULZ, C.; KIENZLE, J.; HAUG, P.; KUMPMANN, S.; ZEBITZ, C.P.W. (2000): Kombination von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten und NeemAzal-T/S zur Regulierung des Frostspanners *Operophtera brumata* L. In: 9. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Weinsberg. S. 153-157.
- TRAPMAN, M; BOERTIES, B. (1999): Natural pyrethrin is suitable for biological and integrated fruit production. In: Fruitteelt-Den-Haag.,89: 10, 16-17.
- WETZEL, C.; DICKLER, E. (1994): Side effects of sulphur and a natural pyrethroid on *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) in apple orchards. in: Bulletin-OILB-SROP 17: 10, 123-131

## Anwendungsmöglichkeit von NeemAzal-T/S im Gemüsebau

Edmund Hummel, Hubertus Kleeberg  
Trifolio-M, Sonnenstr. 22, D-35633 Lahnau

Die ersten Versuche mit dem standardisierten, azadirachtinhaltigen Produkt NeemAzal-T/S wurden 1994 unternommen und seitdem weltweit gegen mehr als 120 Schädlingsarten (davon aus: Acari - 5, Coleoptera – 22, Diptera – 13, Heteroptera – 3, Hymenoptera - 2, Homoptera – 52, Lepidoptera – 38, Thysanoptera – 7) untersucht (KLEEBERG & HUMMEL 1999). Die Ergebnisse zeigen, dass der Extrakt eine gute Wirkung gegen viele freilebende Schadinsekten und Spinnmilben besitzt. Bisher ist NeemAzal-T/S im Zierpflanzenbau gegen Blattläuse, Weiße Fliege, Thripse, Minierfliegen und Spinnmilben, im Obstbau gegen Mehliges Apfelblattlaus, Frostspanner, Holunderblattlaus, Gespinstmotten und im Kartoffelbau gegen Kartoffelkäfer in Deutschland zugelassen. Auch im ökologischen Anbau ist NeemAzal-T/S jetzt nach EG-Ökoverordnung anwendbar.

Im möglicherweise rückstandsrelevanten Gemüsebau wurde NeemAzal-T/S ab 1996 intensiver untersucht. MANGER (1997) berichtete über die erfolgreiche Anwendung (1,5 bis 3 l/ha) des Präparates gegen mehrere Schädlinge im Kohl. SCHOLZ-DÖBELIN (1997) hat NeemAzal-T/S mit verschiedenen Applikationstechniken (Spritz-, Kaltnebel- und Gießverfahren) in Gurken und Tomaten ausgebracht. Dabei haben 1 bis 3 Spritzungen (0,5 %) die Entwicklung der Populationen von Weißer Fliege, Minierfliegen und Blattläusen gut kontrolliert und keine negative Wirkung auf Nützlinge gezeigt. In Versuchen an Petersilie (SCHRAMMEYER 2000) wurde eine sehr hohe und langfristige Wirkung (92 %, bis 21. Tage) der einmaligen Applikation (0,5 %ig) gegen die Gierschlaus *Cavariella aegopodii* festgestellt.

Die Ergebnisse der Versuche aus 1996-1999 sind in der Tabelle zusammengefasst. Wie deutlich zu sehen ist, kann in einigen Kulturen ein saugend-beißender Schädlingkomplex (häufig Indikationslücken!) mit NeemAzal-T/S gut kontrolliert werden.

So waren NeemAzal-T/S-Anwendungen am Kohl (METSVALU 2000) bei gleichzeitigem Auftreten von Kohleule, Kohlschabe, Kohlweißlingen und Mehliges Kohlblattlaus erfolgreich. EL KHAFIF (2000) erhielt mit gezielten Anwendungen des Produktes gegen die Mehliges Kohlblattlaus bis zu 17 % Ertragssteigerung.

Erfolglos blieben bisher die Maßnahmen gegen Salatblattläuse. Detaillierte Laboruntersuchungen zeigten, dass *Nasonovia ribis-nigri* offensichtlich zu den gegenüber AzadirachtinA wenig empfindlichen Schädlingsarten gehört.

Aufgrund der versteckten Lebensweise sind auch Erdflöhe und Kohl- bzw. Möhrenfliegen schwer kontrollierbar. Die Entwicklung der Populationen dieser Schädlinge könnte evtl. durch Fertilitätsreduktion der adulten Stadien beeinflusst werden.

Die Rückstandssituation spielt im Gemüsebau eine besonders wichtige Rolle. Trotz Bewertung des Präparates als wenig schädlich für Umwelt und Verbraucher (NIEMANN 2000) und des schnellen Abbaus des Wirkstoffes in der Pflanze, schlagen wir für Versuchsanwendungen bis zur endgültigen Zulassung von NeemAzal-T/S für diesen Bereich, die Einhaltung einer Wartezeit von 3 Wochen für Blatt- und 2 Wochen für Fruchtgemüse vor. Nach allen bisherigen analytischen Erfahrungen (RUCH 2000) können AzadirachtinA-Rückstände von unter 10 ppb (10 µg/kg) hiermit sichergestellt werden (KLEEBERG 2000).

Aufgrund der bisherigen Ergebnisse erwarten wir bei Bohnen, Gurken, Tomaten und Kohl gute Ergebnisse in der Praxis zur Kontrolle der vorhandenen Schädlingkomplexe (vgl. Tabelle).

Das erwartete Potential und die im allgemeinen gute Pflanzenverträglichkeit des Präparates könnte zur Akzeptanz von NeemAzal-T/S auch im Gemüsebau beitragen.

**Tabelle 1: Ergebnisse der Anwendung von NeemAzal-T/S im Gemüsebau (1996-2000)**

Kultur	Schädlingsart (lat.)	Schädlingsart (dt.)	Versuchsbedingungen*	Konz. (%) bzw. Aufwandmenge	Anzahl der Versuchsergebnisse:			Erwartetes Potential in der Praxis**
					positiv	mittelmäßig	negativ	
-	<i>Aulacorthum solani</i> (Hom., Aphididae)	Gefleckte Kartoffelblattlaus	F	-	1	-	-	+++
Petersilie	<i>Aphididae</i> (Hom.)	Blattläuse	GH	3 l/ha	-	1	-	+++
Salat	<i>Nasonovia ribis-nigri</i> (Hom., Aphididae)	Salatblattlaus	F	0,3 %	-	-	2	0
Dill	<i>Cavariella aegopodii</i> (Hom., Aphididae)	Möhrenblattlaus	F	2,5 L/ha	1	1	-	+ (?)
Dill	<i>Lygus sp.</i> (Hom., Miridae)	Wanze	F	2,5 L/ha	-	-	1	+
Bohnen	<i>Acyrtosiphum pisum</i> (Hom., Aphididae)	Grüne Erbsenblattlaus	GH	0,5 %	2	-	-	+++
Bohnen	<i>Aphis fabae</i> (Hom., Aphididae)	Schwarze Bohnenblattlaus	F, GH	0,5 %	1	-	1	+++
Bohnen	<i>Megoura viciae</i> (Hom., Aphididae)	Wickenblattlaus	GH	0,5 %	2	-	-	+++
Bohnen	<i>Tetranychus urticae</i> (Acari, Tetranychidae)	Gemeine Spinnmilbe	GH	0,5 %	-	1	-	+++
Bohnen	<i>Frankliniella occidentalis</i> (Thysanop., Thripidae)	Kalifornischer Blüenthrrips	GH	0,5 %	1	-	-	+++
Porree	<i>Thrips sp.</i> (Thysanoptera, Thripidae)	Thrips	F	3 l/ha	1	1	1	+
Porree	<i>Thrips tabaci</i> (Thysanoptera, Thripidae)	Zwiebelthrips	F	3 l/ha	-	1	1	+
Gurken	<i>Thrips tabaci</i> (Thysanop., Thripidae)	Thrips	L	0,5 %	1	-	-	+
Gurken	<i>Tetranychus urticae</i> (Acari, Tetranychidae)	Gemeine Spinnmilbe	GH	0,5 %	-	1	-	+++
Gurken	<i>Aphis gossypii</i> (Hom., Aphididae)	Gurkenblattlaus	L	0,5 %	1	-	-	+
Kürbis	<i>Aphis gossypii</i> (Hom., Aphididae)	Gurkenblattlaus	F	3 L/ha	-	1	-	+
Chillies	<i>Heliothis armigera</i> (Lep., Noctuidae)	Amer. Baumwollkapselwurm	F	0,3-0,5 %	2	-	-	+++
Erbsen	<i>Heliothis armigera</i> (Lep., Noctuidae)	Amer. Baumwollkapselwurm	F	0,3-0,5 %	1	-	-	+++
Tomaten	<i>Heliothis armigera</i> (Lep., Noctuidae)	Amer. Baumwollkapselwurm	F	0,3-0,5 %	1	-	-	+++
Tomaten	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Hom., Aphididae)	Grüngestreif. Kartoffelblattlaus	F	0,3 %	1	-	-	+++
Tomaten	<i>Bemisia tabaci</i> (Hom., Aleurodidae)	Tabakmottenschildl.(Weiße Fl.)	F	3 L/ha	-	1	1	+ (?)
Tomaten	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Hom., Aleurodidae)	Weißer Fliege	F	0,5 %	1	-	-	+++

\* - GH –Gewächshaus, F- Freiland, L – Labor;

\*\* Einschätzung des Wirkpotentials in der Praxis: klein: 0, mittel: +, hoch: +++

**Tabelle: Ergebnisse der Anwendung von NeemAzal-T/S im Gemüsebau (1996-2000) (Fortsetzung)**

Kultur	Schädlingsart (lat.)	Schädlingsart (dt.)	Versuchsbedingungen*	Konz. (%) bzw. Aufwandmenge	Anzahl Versuchsergebnisse:			Erwartetes Potential in der Praxis**
					positiv	mittel-mäßig	negativ	
Kohl	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Hom., Aleurodidae)	Weißer Fliegen	F	0,3-0,5 %	2	-	-	+++
Kohl	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Hom., Aphididae)	Mehlige Kohlblattlaus	F	3 l/ha	3	2	-	+++
Kohl, (Rosenk.)	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Hom., Aphididae)	Mehlige Kohlblattlaus	F	0,3 %	-	1	-	+++
Kohl, (Rotk.)	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Hom., Aphididae)	Mehlige Kohlblattlaus	F	1,5 l/400 l/ha	-	1	-	+++
Kohl, (Rotk.)	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Hom., Aphididae)	Mehlige Kohlblattlaus	L	-	1	-	-	+++
Kohl (Brokkoli)	<i>Delia</i> sp. (Dipt., Aphididae)	Kohlfliege	F	3 L/ha	-	-	1	0 (?)
Kohl	<i>Evergestis forficalis</i> (Lep., Pyralidae)	Zünsler	F	0,5-1 %	1	-	-	+++
Kohl	<i>Mamestra brassicae</i> (Lep., Noctuidae)	Kohleule	F, L	0,5-1 %	5	-	-	+++
Kohl	<i>Pieris rapae</i> , <i>P. brassicae</i> (Lep.)	Kohlweißling	F	-	5	-	-	+++
Kohl	<i>Plutella xylostella</i> (Lep., Yponomeutidae)	Kohlschabe	F	3 l/ha	3	1	-	+++
Kohl	<i>Phyllotreta</i> spp. (Col., Chrysomelidae)	Erdflöhe	F	0,5-1 %	-	1	1	+
Kohl	<i>Phaedon cochlearia</i> (Col., Chrysomelidae)	Meerrettichblattkäfer	L	0,5 %	2	-	-	+++
Meerrettich	<i>Phaedon armoraciae</i> (Col., Chrysomelidae)	Meerrettichblattkäfer	F	3 l/ha	1	-	-	+++
Meerrettich	<i>Phyllotreta</i> sp. (Col., Chrysomelidae)	Erdflöhe	F	3 l/ha	1	-	-	+
Radieschen	<i>Phyllotreta</i> spp. (Col., Chrysomelidae)	Erdflöhe	F	0,5 %	-	2	1	+
Rosmarin	<i>Eupetrix melissae</i> (Hom., Cicadellidae)	Zikade	F	0,5 %	1	-	-	+
Rübe	<i>Delia floralis</i> (Dipt., Aphididae)	Große Kohlfliege	L	Bodenapplik.	-	1	-	0
Sauerampfer	<i>Gastroidae viridula</i> (Col., Chrysomelidae)	Sauerampferkäfer	GH	0,5 %	1	-	1	+++
Schnittlauch	<i>Napomyza gymnostoma</i> (Dip., Agromyzidae)	Lauchminiermotte	F	5 l/ha	1	-	-	+++
Spargel	<i>Crioceris asparagi</i> (Col., Chrysomelidae)	Spargelhähnchen	F	0,3 %	1	-	-	+++
Spargel	<i>Crioceris duodecimpunctata</i> (Col., Chrysomel.)	Zwölfpunktspargelkäfer	F	0,3 %	1	-	-	+++
Spargel	<i>Platyparea poeciloptera</i> (Dip., Trypetidae)	Große bunte Spargelfliege	F	0,5 %	-	-	1	0

\* - GH –Gewächshaus, F- Freiland, L – Labor;

\*\* Einschätzung des Wirkpotentials in der Praxis: klein: 0, mittel: +, hoch: +++

## Literatur

EL KHAFIF, R.; PLAGGE, J. (2000): Potentiale von NeemAzal-T/S in der Bekämpfung der mehligigen Kohlblattlaus. Proceedings of 9<sup>th</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones, Hohensolms (im Druck).

KLEEBOERG, H.; HUMMEL, E. (1999): NeemAzal-T/S: Experiences of '94 -'98, authorisation and outlook. 51<sup>th</sup> International Symposium on Crop Protection, Gent, Belgium, May, 4, 1999, S. 37.

KLEEBOERG, H. (2000): NeemAzal-T/S – ein neues Präparat für den ökologischen Landbau. Bioland, 4, S. 31.

NIEMANN, L.; HILBIG, V. (2000): Die gesundheitliche Bewertung des Einsatzes von Naturstoffen im Pflanzenschutz am Beispiel von Neemkernextrakten. Gesunde Pflanzen, 52. Jahrg., Heft 5, S.135-141; (s. auch Beitrag in diesem Band)

MANGER, W.; KOECKHOVEN, J. (1997): Control of Insects in Brussel sprouts with Neem-Azal-T/S. Proceedings of 5<sup>th</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones, Wetzlar, Jan. 22-25, 1996, S. 41-49.

METSPALU, L.; LUIK, ANNE; HISAAR, K.; KUUSIK, A.; SIBUL, I. (2000): On the Influence of Neem Preparations on some Agricultural and Forest Pests. Proceedings of 9<sup>th</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones, Hohensolms (im Druck).

RUCH, B., KLEEBOERG H. (2000): Abschätzung des Rückstandsverhaltens von NeemAzal-T/S aus Analysen der Leitsubstanz AzadirachtinA, s. dieser Band

SCHOLZ-DÖBELIN, H. (2000): Praxisversuche zu NeemAzal-T/S in Gurken, Tomaten und Topfpflanzen in Verbindung mit Nützlingseinsatz. Proceedings of 6<sup>th</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones, Hohensolms, Feb. 10-14,1997, S. 61-62.

SCHRAMMEYER, K.; SCHULZ, C.; ZEBITZ, C. P. W. (2000): First Notice: NeemAzal-T/S offers good control of *Cavariella aegopodii* on parsley. Proceedings of 6<sup>th</sup> Workshop: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones, Hohensolms, Feb. 10-14,1997, S. 63-64.

## Pyrethrum im ökologischen Gemüsebau

Eckhard Reiners

Bioland-Bundesverband, Kaiserstr. 18, 55116 Mainz

Pflanzenschutz im ökologischen Land- und Gartenbau heißt in erster Linie vorbeugender Pflanzenschutz. Maßnahmen wie Bodenpflege (d. h. Schaffung optimaler Bodenbedingungen für das Pflanzenwachstum), Fruchtfolgegestaltung, Auswahl robuster Sorten, Klimasteuerung in Gewächshäusern, mechanische Verfahren, der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln usw. sind die Grundlage für die Gesunderhaltung der Pflanzen im Ökoanbau. Ein äußerst wichtiger Aspekt ist der Schutz und die Förderung der natürlich vorhandenen Nutzorganismen.

Es ist wichtig, sich diesen Grundansatz des ökologischen Anbaus zu vergegenwärtigen, wenn der Einsatz von insektizid wirkenden Pflanzenschutzmitteln diskutiert wird.

Nicht zuletzt aufgrund dieses Systemansatzes werden traditionell nur wenige Insektizide in den Richtlinien zugelassen, und deshalb stehen dem ökologischen Landbau heute nur sehr wenige Insektizide zur Verfügung. Diese basieren auf Naturstoffen, wie z. B. *Bacillus thuringiensis*- und Virus-Präparate, Mittel auf Seifenbasis, Emulsionen von Pflanzenölen, Mineralöl, Extrakte aus Neem und Pyrethrine aus *Chrysanthemum cinerariaefolium*, dem sogenannten Pyrethrum-Blütenextrakt.

Vor diesem Hintergrund ist im ökologischen Anbau der Einsatz von Natur-Pyrethrum heute weltweit akzeptiert und in allen bedeutenden Regelwerken zugelassen. Pyrethrum ist gelistet in den privatrechtlichen Standards,

- den Basisrichtlinien (Basic Standards) des Weltverbandes des ökologischen Landbaus IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements),
- den Rahmenrichtlinien der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Landbau (AGÖL e.V.),
- den Verbandsrichtlinien der deutschen Bio-Anbauverbände (Bioland, Naturland, Demeter u. a.)

sowie in der

- EG-Verordnung Nr. 2092/91 "Ökologischer Landbau"

und den

- Leitlinien zum Ökologischen Landbau der Codex Alimentarius Kommission (gemeinsames Programm für Lebensmittel-Richtlinien der Organisationen der Vereinten Nationen FAO und WHO).

Der Einsatz von Pyrethrum-Mitteln wird im deutschen ökologischen Land- und Gartenbau sehr restriktiv gehandhabt. Zum Beispiel erlauben die Richtlinien des Bioland-Verbandes den Einsatz nur im Gartenbau und in Dauerkulturen, nicht in großflächigen landwirtschaftlichen Kulturen.

In der Praxis sind sich Berater und Erzeuger der zwar nur kurz anhaltenden, aber wenig selektiven Wirkung bewusst. Deshalb sind vor jeder Anwendung Nutzen und Risiken abzuwägen. Der Einsatz ist nur zu befürworten, wenn eine Kultur stark gefährdet ist und die Folgen der Anwendung vertretbar erscheinen. Aus diesem Grund wird Pyrethrum in den meisten Fällen

nicht ganzflächig in einer Kultur eingesetzt, sondern es erfolgt eine punktuelle oder nesterweise Behandlung von Erstbefallsstelle, Teilflächenbehandlung, Behandlung nur in der Reihe etc. Aus den eingangs genannten grundsätzlichen Aspekten liegt es im System des ökologischen Anbaus und ist es im eigenen Interesse des ökologischen Anbauers, den evt. geschädigten Nützlingen eine schnelle Regeneration und Neubesiedlung zu ermöglichen.

In Bezug auf Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit haben sich Pyrethrummittel in der Praxis bewährt. Unter diesen Gesichtspunkten ist ein Ersatz durch Alternativen (Rapsöl, Kaliseife, Neem) nicht in allen Fällen möglich. Es ist deshalb wichtig, dass Pyrethrummittel dem ökologischen Anbau als "Feuerwehrmittel" für die Anwendung in einem großen Kulturpflanzenkreis weiterhin zur Verfügung stehen.

Auf Einladung der BBA haben die Öko-Gemüsebauberater am 7.7.1999 auf der Sitzung des "Arbeitskreises Pflanzenschutz im ökologischen Landbau - Gemüsebau" die Situation diskutiert und die folgenden Ausweisungen als erforderlich identifiziert:

- Gegen saugende und beißende Schädlinge Unter-Glas und Freiland an
  - Blatt- und Sprossgemüse
  - Kohlgemüse
  - Fruchtgemüse
  - Wurzel- und Knollengemüse
- Gegen saugende und beißende Schädlinge Unter-Glas und Freiland in der
  - Jungpflanzenanzucht im Gemüsebau allgemein
- Gegen Spinnmilben Unter-Glas und Freiland an
  - Fruchtgemüse

**Fazit:** Unter den genannten Bedingungen und für die erwähnten Zwecke ist Pyrethrum für den ökologischen Gemüsebau derzeit unverzichtbar.

**Anmerkung:** Da diese Sparten hier nicht gesondert zur Sprache kommen, sei angefügt: Im Sinne meiner Darlegungen ist Pyrethrum auch für den Bereich Heil- und Gewürzkräuter sowie für den Zierpflanzenbau unverzichtbar. Auch werden Lösungen für die Regulierung von beißenden und saugenden Insekten im Weinbau und in Hopfenpflanzungen benötigt.



## **Über einen Versuch zur Bekämpfung des Feldmaikäfers am und im Wald mit NeemAzal-T/S**

M. Fröschle

Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart, Reinsburgstr. 107, 70197 Stuttgart

Nachdem im Jahre 1995 ein erster versuchsweiser Einsatz in einem Wäldchen auf Gemarkung Dielheim (Krs. Sinsheim) nachgewiesen hat, dass NeemAzal-T/S (Wirkstoff: 1 % Azadirachtin) eine ausreichende Wirkung auf die Imagines des Feldmaikäfers besitzt, stellte die Firma Trifolio-M GmbH einen Antrag auf Zulassung. Der entsprechende Versuch wurde im Zusammenhang mit einer großflächigen Bekämpfung des Feldmaikäfers am und im Wald im Bereich des nördlichen Kaiserstuhls für das Jahr 1997 eingeplant.

### **Material und Methoden**

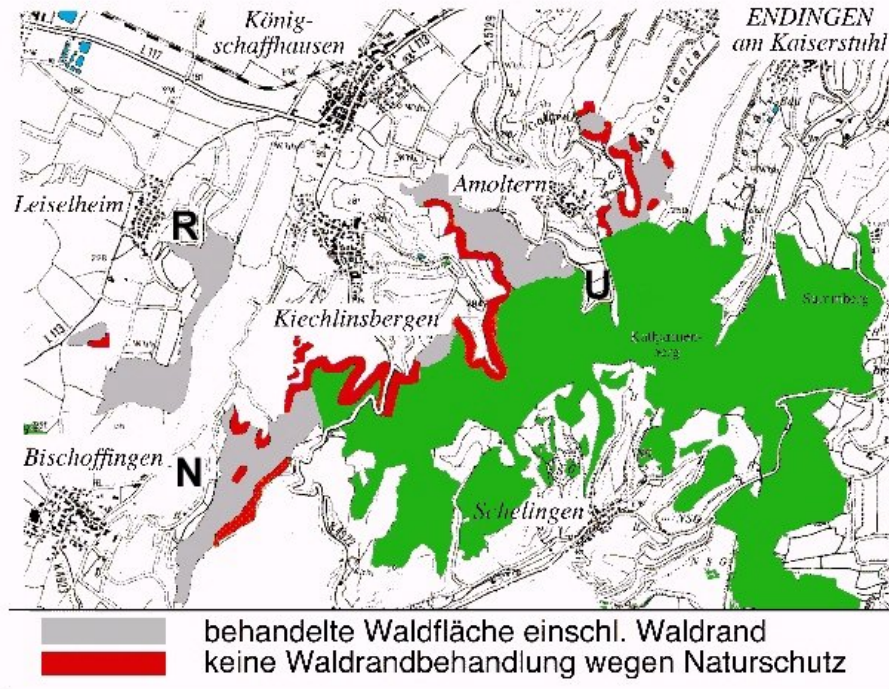
#### **Auswahl der Versuchsflächen**

Die Versuchsflächen wurden so ausgewählt, dass großflächige Behandlungen ohne Einschränkungen von Seiten des Naturschutzes möglich waren und bei der Erfolgskontrolle Randeffekte ausgeschaltet werden konnten. Diesem Ziel mussten die unterschiedliche Baumartenzusammensetzung, die nicht vergleichbaren Waldsäume, der örtlich unterschiedliche Flugbeginn sowie topographische Differenzen untergeordnet werden. Behandelt wurden der Langenberg südöstlich von Leiselheim mit Rubitox-Spritzpulver sowie die Mondhalde östlich von Bischoffingen bis zur Markungsgrenze zu Kiechlinsbergen mit NeemAzal-T/S. Die Kontrollflächen sind mit R, N bzw. U (Markung Amoltern) gekennzeichnet (Abb. 1).

#### **Hubschraubereinsatz**

Die sachgerechte und bestimmungsgemäße Anwendung von Insektiziden vom Hubschrauber aus gegen die Feldmaikäfer am Waldrand und im Waldinneren erforderte eine intensive und monatelange Vorbereitung, die MEINERT et al. an anderer Stelle ausführlicher beschreiben (in Vorbereitung).

In die Arbeitsflugkarten (Maßstab 1:25000) für den Piloten und die Einsatzleitung wurden die zu behandelnden Waldränder und Waldflächen eingezeichnet, die nicht zu behandelnden Flächen markiert, gefährdete Objekte wie Oberflächengewässer, Wasserschutzgebiete, Wohngebäude, Grillplätze und Grillhütten eingetragen sowie die Größe der zu behandelnden Flächen angegeben. An der Arbeitsflugkarte wurde bis kurz vor Aktionsbeginn gearbeitet, um auch die letzten Entscheidungen der Naturschutzbehörde hinsichtlich der Aussparung von Waldrändern nach einer Ortsbegehung zu berücksichtigen.



**Abb. 1:** Flugkarte und Flächen für Erfolgskontrollen

Die Dauer des Maikäferfluges machte zwei Behandlungen erforderlich. Alle wichtigen technischen Daten sind in Tab. 1 zusammengefasst.

**Tab. 1: Kenndaten zur Mittelprüfung Maikäferbekämpfung am und im Wald 1997**

Standort	Sasbach a.K.-Leiselheim	Vogtsburg i.K.-Bischoffingen
Behandlung		
Datum	24.4./7.5.1997	24.4./7.5.1997
Uhrzeit	14.40-16.25 /17.00-18.25	17.00-18.45 /18.45-20.25
Behandelte Fläche (ha)	35	50
Mittel	Rubitox Spritzpulver	NeemAzal-T/S
Aufwand/ha	2,5 kg	3 l
Anzahl der Flüge	9 bzw. 8	jeweils 12
Hubschraubertyp	Bell 47 OT (D-HBLE)	Bell 47 OT (D-HBLE)
Düsen	D 5	D 5
Brühmenge/ha	jeweils 75 l	jeweils 75 l

### Totenfall

Die biologische Wirkung der Mittel gegen den Feldmaikäfer und gegen Nichtzielorganismen wurde mit 75 Kontrollstationen (Totenfallen) über einen Zeitraum von über 5 Wochen erfasst. Diese Totenfallen bestehen aus schwarzer Kunststoff-Folie (1m x 1m), die an den vier Enden 50 cm über dem Erdboden an Holzpflocken befestigt wurden (Abb. 6). Damit Wasser ablaufen konnte, wurde im Zentrum ein Stück Folie durch Gaze ersetzt. Mit Hilfe eines größeren Steines wurde eine Trichterform erzeugt, und gleichzeitig die Falle gegen Windeinflüsse stabilisiert. Diese Totenfallen wurden auf möglichst ebenen Flächen vorzugsweise unter Eichen und Buchen, den für den Reifungsfraß von Maikäfern bevorzugten Laubbaumarten, aufgestellt. Die Fallen wurden stets als „Kette“ vom Waldrand durch den Wald wieder zum Waldrand hin

eingerrichtet, so dass sowohl ein eventuell erhöhter Insektenbesatz am Waldrand als auch der Besatz im Inneren des Waldes erfasst wurden. Die Abstände zwischen den einzelnen Fallen waren sowohl von der Topographie des Geländes als auch von der Entfernung beider Baumarten abhängig. Die Fallen wurden rechtzeitig aufgestellt, am 24.04. vor der ersten Behandlung von Laub u. a. gereinigt und waren bis zum 04.06.1997 fängig. In dieser Zeit wurden sie insgesamt 7 mal kontrolliert und entleert.

### **Kotfall**

Da NeemAzal/TS von der Wirkungsweise her nur wenige Käfer tötet, erlauben Totenfallzahlen alleine keine Beurteilung der Effizienz der Maßnahme. Aufgrund der durch das Mittel bewirkten beendeten Nahrungsaufnahme wurden in der Nähe der Totenfallen an allen Kontrollstationen insgesamt 25 Kotfallen ausgelegt, um besser beurteilen zu können, inwieweit die Behandlungen die Nahrungsaufnahme nicht getöteter Käfer beeinflusst haben (Abb. 7). Die Fallen bestehen aus einer Kunststoff-Folie, die an einem Drahtrahmen befestigt ist und flach auf den Boden gelegt wird. Die Auffangfläche ist quadratisch (50 x 50 cm) und mit Frostspannerleim bestrichen.



**Abb. 2:** Totenfall

Bei der Bonitierung werden Laub, Knospenschuppen u. ä. mit einer Pinzette entfernt, die Kotpartikel einzeln planimetriert und die mit Kot bedeckte Fläche mit Hilfe eines Computer-Programms errechnet.



**Abb. 3:** Kotfalle

### **Engerlinge**

Für die Bonitierung wurden überwiegend Rebflächen herangezogen, die nach dem Hubschraubereinsatz nicht umgebrochen worden waren, um den Einfluss der Bodenbearbeitung ausschließen zu können. Dabei wurde je Einzelgrabung eine Fläche von 50 x 50 cm von Hand 1½ Spatentief ausgehoben und sorgsam nach den jeweiligen Stadien des Feldmaikäfers untersucht.

### **Ergebnisse**

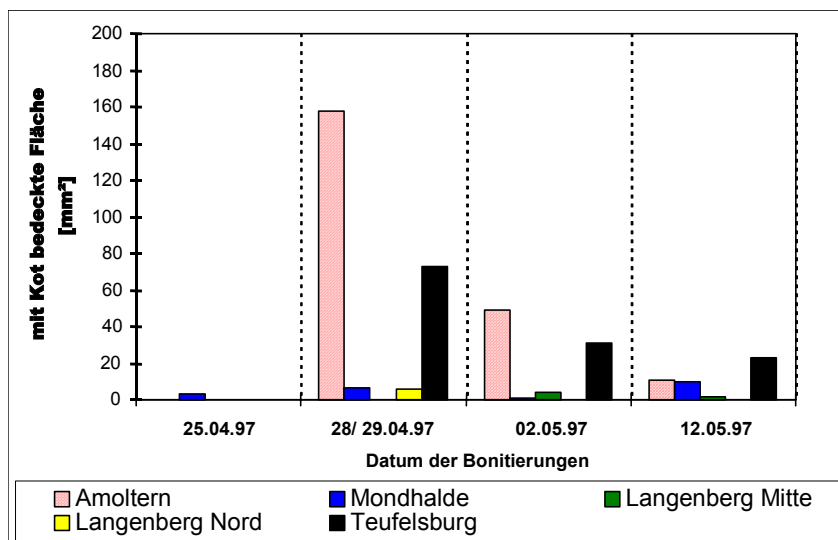
#### **Käfer**

Visuelle Kontrollen bestätigten die unterschiedliche Wirkungsweise beider Mittel. Während Rubitox-Spritzpulver die Käfer mehr oder weniger schnell abtötete, löste NeemAzal-T/S einen Fraßstopp aus. Hier blieben die Käfer noch lange Zeit wie gelähmt hängen, der Blattverlust war entsprechend gering. Die Ergebnisse der Totenfallzählungen bestätigen diese Beobachtungen (Tab. 2).

Auch die Messungen des Kotfalls zeigen, dass NeemAzal-T/S eine Einstellung der Nahrungsaufnahme bewirkt (Abb. 4). Die Säulen für NeemAzal-T/S sind nicht höher als die für Rubitox-Spritzpulver aber deutlich niedriger als die für Unbehandelt. Dass der Kotfall in Unbehandelt so stark verringert war, lag daran, dass die Käfer das Laub im Untersuchungsbereich total weggefressen hatten und deshalb weiter in den Wald hinein geflogen waren. Ein Teil der Weibchen war auch schon zur Eiablage zurückgeflogen.

**Tab. 2: Anzahl der Maikäfer in den Totenfallen**

Kontrollfläche	Insektizid	Anzahl Fallen	Anzahl Maikäfer je 20 Fallen
„Mondhalde“	NeemAzal T/S	20	109
Langenberg Süd	Rubitox Spritzpulver	20	492
Langenberg Mitte	„	4	510
Langenberg Nord	„	20	1 092
Amolterer Heide	Unbehandelt	5	2 500
Teufelsburg		5	864
Summe		75	5 567

**Abb. 4:** Kotfallmessungen (erste Auslage am 23.4.)

### Engerlinge

Bei nahezu gleichem Ausgangsbesatz unterschieden sich die Engerlings- bzw. Käferdichten bei beiden Insektiziden nach der Behandlung nur unbedeutend (Tab. 3). Zwar lagen die Grabungsergebnisse bei NeemAzal-T/S um das 2–5fache über denen bei Rubitox-Spritzpulver, aber die Obstbauern und Winzer können mit durchschnittlich 5 Engerlingen je Quadratmeter leben. Dies haben uns die bei den Grabungen beteiligten Praktiker bestätigt. Auf eine Berechnung von Wirkungsgraden wird wegen der Unterschiede in den Vergleichsflächen und der großen natürlichen Schwankungsbreite der Individuendichte verzichtet.

**Tab. 3: Vergleich der Wirkung von Rubitox-Spritzpulver und NeemAzal-T/S  
(Anzahl aller Tiere dividiert durch Anzahl der Grabungen)**

<b>Durchschnittliche Anzahl Individuen/m<sup>2</sup></b>						
Versuchsglied	Frühjahr 1997	Herbst 1997	Frühjahr 1998	Herbst 1998	Frühjahr 1999	Frühjahr 20000
	Käfer	L II	L II/L III	L III	L III	Käfer
Unbehandelt	<b>37,0</b> (148:4)	<b>70,0</b> (633:9)	<b>43,0</b> (432:10)	<b>20,2</b> (464:23)	<b>16,3</b> (408:25)	<b>4,8</b> (120:25)
Rubitox Spritzpulver	<b>6,7</b> (40:6)	<b>2,6</b> (64:25)	<b>1,9</b> (48:25)	<b>0,5</b> (12:25)	<b>1,1</b> (32:29)	<b>0,4</b> (8:27)
NeemAzal-T/S	<b>8,0</b> (136:17)	<b>4,0</b> (172:43)	<b>5,4</b> (212:39)	<b>2,2</b> (56:25)	<b>5,0</b> (216:43)	<b>0,9</b> (24:28)

### **Nichtzielorganismen**

Die zusammen mit den Maikäfern getöteten Nichtzielorganismen wurden in den Totenfallen aufgefangen. Auf den Folien fanden sich 11307 Nichtzielorganismen. Ähnlich wie bei den Maikäfern waren in den Totenfallen auf der NeemAzal-T/S-Fläche durchschnittlich weniger Individuen pro Falle (90), auf den mit Rubitox Spritzpulver behandelten Flächen waren es hingegen 115.

In den verschiedenen Flächen wurden in den Fallen recht unterschiedliche Anteile der verschiedenen Arthropodengruppen ermittelt (Abb. 5). Die Käfer insgesamt waren mit 1658 Individuen die größte Gruppe. Vom Totenfall her sind die Flächen Mondhalde (NeemAzal-T/S) und Teufelsburg (ursprünglich vorgesehene Kontrolle, leider wurde vom Hubschrauberpiloten ein nicht eingrenzbarer Teil der Fläche versehentlich mit Rubitox-Spritzpulver behandelt) gleichermaßen niedrig im Vergleich zu den anderen Flächen. Beim NeemAzal-T/S ist auffällig, dass im Vergleich mit den anderen in dieser Fläche abgetöteten Tiergruppen relativ viele Schmetterlingsraupen, Larven, Käfer und Fliegen gefunden wurden. Rubitox-Spritzpulver traf auf einigen Flächen (Langenberg Süd und Langenberg Mitte) ebenfalls stärker die Schmetterlingsraupen, während auf den Flächen Langenberg Nord und Amolterer Heide Käfer, Dipteren, Hymenopteren und Blattläuse (nur Langenberg Nord) den Großteil der erfassten Tiere stellten. Bei den abgetöteten Schmetterlingsraupen handelt es sich zu einem großen Teil um schädliche Frostspannerauppen.

Nur die Käfer konnten bis auf wenige Ausnahmen, deren Erhaltungszustand zu schlecht für eine Bestimmung war, bis zur Familie bestimmt werden. Insgesamt wurden Individuen aus 33 Käferfamilien gefunden. Einige Käfer konnten auch bis zur Art determiniert werden. Die anderen Tiergruppen ließen sich zum Teil nur bis zur Ordnungsebene bestimmen. Dies liegt z. T. am Erhaltungszustand, hauptsächlich aber an der sehr aufwendigen Bestimmungsarbeit, die nur von sehr wenigen Spezialisten in Europa bewältigt werden könnte. Bei den Käfern waren die Staphylinidae (Kurzflügelkäfer) mit 38,6 % die häufigste Familie, gefolgt von den Nitidulidae (Glanzkäfer) mit 20,9 %, den Curculionidae (Rüsselkäfer) mit 14,8 % und den Coccinellidae (Marienkäfer) mit 10,3 %. Cantharidae (Weichkäfer), Scarabaeidae (Blatthornkäfer), Lathridiidae (Moderkäfer), Anobiidae (Pochkäfer) und Elateridae (Schnellkäfer) waren subdominant und von den restlichen Familien traten nur einzelne Individuen auf. Sowohl bei den Käfern als auch bei den anderen Tiergruppen traten bei der

bisherigen Determinationsschärfe keine Arthropoden auf, die als selten oder als für den Kaiserstuhl typische, wärmeliebende Tiere gelten können.

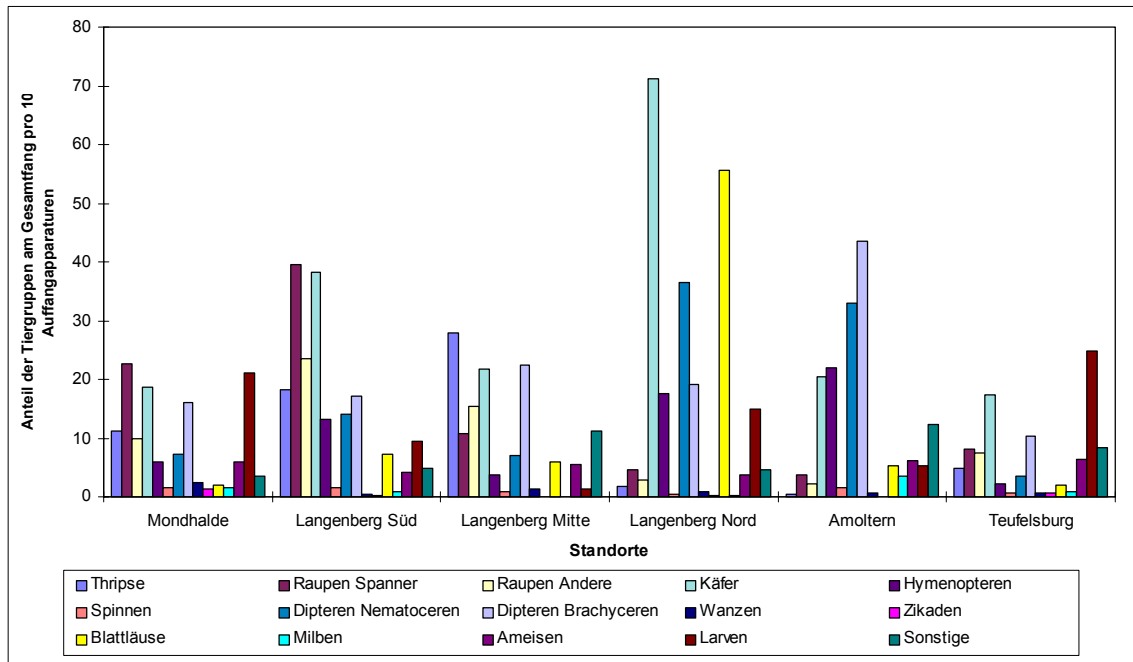


Abb. 5: Totenfall der Nichtzielorganismen (Mondhalde: NeemAzal-T/S, Teufelsburg: Kontrollfläche, sonstige Flächen: Rubitox-Spritzpulver)

## Zusammenfassung

Die Wirkung von NeemAzal-T/S auf die Feldmaikäfer am Kaiserstuhl ist in allen von uns geprüften Kriterien hinreichend gut. NeemAzal-T/S wirkt noch selektiver auf Nichtzielorganismen als Rubitox Spritzpulver, das bis zum Ende der Zulassung für den integrierten Pflanzenschutz im Obstbau empfohlen wurde.

## **Bedeutung von Niemprodukten für Entwicklungsländer**

Carsten Hellpap und Peter H. Förster

Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ), Postfach 5180, 65726 Eschborn

### **Einleitung**

Die Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) beschäftigt sich seit über 20 Jahren mit der Nutzung tropischer und subtropischer Pflanzen als natürliche Pflanzenschutzmittel.

Die Aktivitäten der GTZ zielen dabei darauf ab, Bekämpfungsmethoden speziell für ressourcenarme Landwirte zu entwickeln und zu fördern, die entweder von den Landwirten selber oder von lokalen Kleinbetrieben hergestellt werden können. Damit soll die Selbsthilfe ärmerer Bevölkerungsgruppen und die Kleinindustrie in Entwicklungsländern gestärkt werden, um zu einer Minderung der Armut in diesen Ländern beizutragen.

Bei der Einführung neuer Pflanzenschutzmittel unterliegt die GTZ einer hohen Sorgfaltspflicht gegenüber den Anwendern als auch den Konsumenten. So kann und will die GTZ nur solche Produkte und Methoden fördern, die einen deutlichen gesellschaftlichen Nutzen haben und von denen keine Gefährdung für Menschen und Umwelt ausgeht.

Dementsprechend wurden bei der Entwicklung natürlicher Pflanzenschutzmittel, die mit einfachen Mitteln herstellbar sind, nur solche Pflanzen bzw. Pflanzenextrakte gesucht, die folgende Eigenschaften erfüllen:

- hohe Wirksamkeit der Produkte bei ausgewählten Schadorganismen
- kostengünstige Herstellung
- gute Integrationsfähigkeit der Produkte in IPM-Maßnahmen (integrierte Pflanzenschutzmaßnahmen, geringe Wirkung auf natürliche Gegenspieler, gute Kombinierbarkeit mit anderen IPM-Maßnahmen)
- hohe gesundheitliche Sicherheit für Anwender und Verbraucher
- keine Belastung der Umwelt.

Bei der Bewertung der Eigenschaften der verschiedenen in Frage kommenden Pflanzen stellte die GTZ in einigen Punkten höhere Anforderungen als die in Zulassungsverfahren in industrialisierten Ländern üblichen. So sind in Deutschland und anderswo viele synthetische Produkte zugelassen, die hochtoxische Gifte darstellen und bei falscher Anwendung gravierende gesundheitliche und umwelttoxikologische Folgen haben können. Da die Mehrzahl der Landwirte in den tropischen und subtropischen Ländern die Anwendungsvorschriften nicht oder nur unzureichend einhalten, gefährdet der Einsatz dieser Pflanzenschutzmittel die Gesundheit von Anwendern und Verbraucher in den Entwicklungsländern. Vor diesem Hintergrund suchte die GTZ nach natürlichen Pflanzenschutzmitteln, die eine sehr geringe oder fehlende Säugetiertoxizität besitzen und von denen auch bei unsachgemäßer Anwendung keine oder nur eine geringe Gefährdung ausgeht.

Im Rahmen des GTZ-Projektes „Gewinnung natürliche Insektizide aus tropischen Pflanzen“ untersuchte die Universität Giessen in Screening-Tests über 50 Pflanzen. Dabei erwies sich der Niembaum als die vielversprechendste Pflanze, weshalb die GTZ in den Folgejahren vorrangig die Entwicklung von Niemprodukten gefördert hat.



## **Entwicklung und Eigenschaften verschiedener Niemprodukte**

Ausgehend von der oben genannten entwicklungspolitischen Zielsetzung entwickelte die Universität Giessen Niemprodukte, die vergleichsweise einfach und mit geringem technischen Aufwand hergestellt werden können, wie Wasserextrakte aus Samen und Ölkuchen, Niemölemulsionen und einfache alkoholische Extrakte, die intensiv hinsichtlich folgender Eigenschaften untersucht wurden:

- biologische Wirksamkeit und Wirkungsspektrum der verschiedenen Pflanzenteile
- biologische Wirksamkeit und Wirkungsspektrum verschiedener Extrakte
- chemische Charakterisierung (Wirkstoffe)
- physiologische Wirkungsweise
- akut toxikologische Eigenschaften, Teratogenität, Cancerogenität
- Wirkung auf Nützlinge, Bienen

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen plus die Ergebnisse der Untersuchungen anderer Wissenschaftler zeigten, wie allgemein inzwischen bekannt, dass einfache Niemprodukte gegen zahlreiche Schädlingsarten hoch wirksam sind, natürliche Gegenspieler weitgehend schonen, eine sehr geringe Humantoxizität besitzen und die Umwelt nicht belasten.

Für die praktische Anwendung war zusätzlich die Frage relevant, inwieweit die einfachen Niemprodukte je nach Alter, Herkunft und Behandlung des Ausgangsmaterials unterschiedlich wirksam sind. Denn die mangelnde Standardisierung einfacher Pflanzenextrakte stellt oft ein schwerwiegendes Problem für den Anwender dar. Im Falle des Niembaumes konnte nachgewiesen werden, dass Wasserauszüge, die mit 50 g Samenmaterial pro Liter Wasser hergestellt werden, auch bei unterschiedlichem Samenmaterial und einem Alter von bis zu 2 Jahren eine ausreichend hohe Wirkungssicherheit besitzen. Ebenso konnten auch bei anderen einfachen Niemprodukten (formuliertem Niemöl, Alkoholextrakte) Dosierungsempfehlungen entwickelt werden, die eine hohe Wirksamkeit der Produkte bei unterschiedlichem Ausgangsmaterial sicherstellten.

Die GTZ kam daher nach den ersten Projektphasen zu dem Schluss, dass mit wässrigen, Niemextrakten, formuliertem Niemöl und einfachen alkoholischen Extrakten eine Reihe von Produkten zur Verfügung stehen, die gute pflanzenschützerische und günstige toxikologische Eigenschaften besitzen, anwenderfreundlich sind und zugleich von Landwirten und/ oder von Kleinbetrieben hergestellt werden können. Dementsprechend hat die GTZ die Anwendung und Verbreitung dieser Produkte in den Entwicklungsländern gefördert.

## **Herstellung von Niemprodukten durch Kleinbetriebe**

Bei der Förderung von Niemextrakten, die von Landwirten selbst hergestellt werden, zeigten die Erfahrungen, dass diese Produkte am ehesten dann akzeptiert werden, wenn die zu behandelnde Fläche und damit die Aufwandmenge des Mittels gering war. Viele Landwirte scheuten den Arbeitsaufwand für das Pflücken der Niemfrüchte, das Entpulpen, das Trocknen, die Lagerung und das Malen der Samen. Sie bevorzugten, insbesondere dann wenn sie größere Mengen benötigten, Halbfertig- oder Fertigprodukte. Zudem erwies sich die Lagerung der Samen als nicht ganz unproblematisch. So verpilzen die Samen rasch, wenn sie nicht

ausreichend schnell und gründlich getrocknet und trocken gelagert werden. Verrottete Samen weisen kaum noch Wirkstoffgehalt auf und sind zum Teil mit krebserregenden Aflatoxinen belastet.

Vor diesem Hintergrund bemühte sich die GTZ, die Herstellung qualitativ hochwertiger Halbfertigprodukte wie getrocknete gemahlene Niemsamen bzw. Ölkuchen oder Öl durch Kleinproduzenten zu fördern. Notwendige Schritte der Nutzung von Niem durch Kleinbetriebe sind dabei:

- 1.) der Aufbau eines Vermarktungssystems für qualitativ gute Niemrohware (dies erfordert Informations- und Beratungsarbeit, Organisierung der Ernte oder eines Aufkaufsystems, Einrichtung von Lager- und Trocknungsmöglichkeiten),
- 2.) die Entwicklung und Propagierung lokaler Nutzungsmöglichkeiten der Niemprodukte,
- 3.) die Einführung und Verbreitung geeigneter Verarbeitungstechnologien, wie Ölpresen, Mühlen und Verpackungsgeräten,
- 4.) die Einführung von Qualitätsstandards und Qualitätsmanagementmethoden,
- 5.) die Klärung von legislativen Fragen der Herstellung und Vermarktung von Niemprodukten.

Zahlreiche Partnerländer haben das Potential einfacher Niemprodukte erkannt und dementsprechend im Rahmen ihrer Möglichkeiten die Herstellung und Verwendung dieser Mittel gefördert. Neben dem Anpflanzen von Niembäumen, der Beratung von Bauern wurden in einigen Ländern auch die legislativen Voraussetzungen geschaffen, um Nieminsektizide vermarkten zu können. So haben Länder wie Indien, Thailand, Kenia, Sri Lanka, Madagaskar die Zulassung für Niemprodukte vereinfacht und so kleineren Firmen die Möglichkeit gegeben, ihre Produkte legal zu verkaufen. Infolge dieser Bemühungen existieren inzwischen einige Firmen in Entwicklungsländern, die qualitativ hochwertige Niemhalbfertigprodukte herstellen, die von Landwirten zu Pflanzenschutzmitteln weiterverarbeitet werden. Die Produkte verfügen über all die Eigenschaften, die wir aus entwicklungspolitischer Sicht für wünschenswert halten. Sie sind wirksam, kostengünstig, anwenderfreundlich, ungiftig und umweltverträglich.

### **Niem in Industrieländern**

Auch in den USA erkannten die zuständigen Behörden relativ früh die außergewöhnlich günstigen Eigenschaften von Niemprodukten. Unter Berücksichtigung der wissenschaftlichen Literatur und der langjährigen praktischen Erfahrungen mit der Verwendung von Niem in zahlreichen Entwicklungsländern wurde das Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel auf Niembasis vereinfacht. So entfielen alle diejenige Untersuchungen, die offensichtlich im Falle der Niemmittel keinerlei praktische Relevanz haben. Dementsprechend waren die USA das erste Industrieland, in dem Pflanzenschutzmittel auf Niembasis zugelassen wurden. Die europäischen Länder, insbesondere auch die Bundesrepublik folgten nicht dem Beispiel der USA sondern hielten an den umfangreichen Zulassungsbestimmungen, wie sie für synthetisch-chemische Mittel üblich sind, fest. Damit war ausgeschlossen, dass einfache Niemprodukte eine Zulassung als Pflanzenschutzmittel bekommen. Darüber hinaus bedeutete dies, dass kleinere Firmen, sofern sie nicht über finanzkräftige Sponsoren im Hintergrund verfügen, allein aus finanziellen Gründen keine Chance haben, ein Zulassungsverfahren für Niemprodukte erfolgreich zu durchlaufen. Dennoch bemühen sich einige Kleinunternehmen in Deutschland seit geraumer Zeit, einfache Niemprodukte aus Entwicklungsländern zu vielfältigen Nutzungszwecken in Europa zu vermarkten. Die GTZ begrüßt diese Bemühungen, weil

Niemprodukte auch für europäische Konsumenten nützlich sind und weil der Export nach Europa die Produktion und Anwendung der Niemrohstoffe und –halbfertigprodukte in den Entwicklungsländern stimuliert. Zudem trägt die Möglichkeit des Exports zu einer höheren Wertschätzung von Niem bei der lokalen Bevölkerung bei. Schließlich wird damit auch ein Beitrag zur Intensivierung des Handels zwischen Entwicklungs- und Industrieländern geleistet. Die BBA scheint die Vermarktung der Niemrohstoffe und Halbfertigprodukte in Deutschland jedoch eher als bedenklich anzusehen. So wird die Anwendung von Niemrohprodukten garantierter Qualität zur Behandlung von Pflanzen in der Landwirtschaft und im Gartenbau zu einer Ordnungswidrigkeit erhoben. Das führt zu der paradoxen Situation, dass Obst und Gemüse, das mit Niem im Entwicklungsland behandelt wurde, hier als Ökoprodukte vermarktet werden kann, während zugleich die Anwendung einfacher Niemprodukte hier weder im ökologischen noch im konventionellen Landbau als zulässig angesehen werden.

Die Stigmatisierung der Niemrohstoffe und –halbfertigprodukte als potentiell gefährlich erscheint uns nicht gerechtfertigt. Unseres Erachtens würde auch in Deutschland das Pflanzenschutzgesetz ausreichend Spielräume für den Einsatz selbsthergestellter Niemextrakte und einfacher kommerzieller Produkte erlauben. Einerseits können Pflanzenextrakte als Stärkungsmittel eingesetzt werden, zum anderen sind Pflanzenextrakte mit Pflanzenschutzwirkungen von der Zulassung befreit, wenn sie vom Landwirt selbst hergestellt werden und/oder auf der Liste der Stoffe und Zubereitungen für die Herstellung von Pflanzenschutzmitteln zur Anwendung im eigenen Betrieb gemäß der EU-Verordnung für den ökologischen Landbau stehen. Es ist schwer zu verstehen, warum gerade im Falle von Niem die Spielräume zunehmend enger gestaltet werden. So erklärt die BBA kurzerhand, dass es sich bei Produkten wie Niemsamen, Niemölkuchen und Niemöl „um einzelne Bestandteile eines Pflanzenschutzmittels bzw. um das Pflanzenschutzmittel selbst handelt“. Daher könne man nicht von einer Herstellung der Pflanzenschutzmittel im eigenen Betrieb sprechen. Zudem würden die genannten Niemprodukte den Wirkstoff Azadirachtin enthalten, so dass der § 31d PflSchG zu beachten wäre, der den Verkehr mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen regelt.

Wir in der GTZ halten diese Argumentation für eine sehr restriktive Auslegung des Gesetzes, die generell den Einsatz selbsthergestellter Pflanzenextrakte oder anderer einfacher Produkte erheblich erschweren wird und womit wir weltweit eher ein Negativbeispiel abgeben. Wenn alle Pflanzen bzw. Pflanzenteile mit insektiziden, akariziden, fungiziden und nematiziden Eigenschaften mit den gleichen Maßstäben gemessen werden, wie die für Niem, müssten sie als Bestandteile eines Pflanzenschutzmittels bzw. als Pflanzenschutzmittel selbst angesehen werden, sofern sie vom Landwirt mit einfachen Mitteln (z. B. Herstellung von Wasserextrakten) verarbeitet werden können. Man dürfte demnach keine Brennnesselpflanzen in Verkehr bringen bzw. anwenden, wenn Landwirte sie mit einfachen Methoden verarbeiten und zur Bekämpfung von Blattläusen einsetzen. Ebenso wenig dürfte Knoblauch vermarktet und angewandt werden, wenn der Landwirt seine antimikrobiellen Eigenschaften gegen Pflanzenkrankheiten nutzen will. Saure Milch und Backpulver dürfte man zwar als Lebensmittel verwenden, nicht jedoch seine fungiziden Eigenschaften nutzen. Es ist offensichtlich, dass eine solche weitgehende Einschränkung für die Anwendung einfacher Pflanzenextrakte und anderer Produkte, die erwiesenermaßen ungiftig sind, kontraproduktiv ist und weder dem Wohl des Produzenten noch dem Wohl der Verbraucher dient.

Auch das Argument, dass die Niemrohstoffe den Wirkstoff Azadirachtin enthalten und damit nicht mehr § 6a (4), der die Zulassungsfreiheit für die selbsthergestellten Produkte regelt, sondern der § 31d PflSchG zuträfe, halten wir für bedenklich. Zum einen basiert bei den meisten Pflanzen mit pestiziden Eigenschaften diese Wirkung auf ein oder mehrere Inhaltsstoffe. Insofern müsste in diesen Fällen immer § 31 d und nicht § 6a (4) gelten. In der Liste der Stoffe und Zubereitungen für die Herstellung von Pflanzenschutzmitteln zur Anwendung im eigenen Betrieb werden aber sowohl Wirkstoffe (Kaliumpermanganat,

Kalksulfat) als auch Pflanzenteile bzw. Pflanzen aufgelistet, die insektizide Wirkstoffe enthalten (Ätherische pflanzliche Öle, *Quassia amara*). Auch Azadirachtin wird aufgelistet. In der Mitteilung der BBA wird klar gesagt, dass für diese Stoffe und Zubereitungen keine Zulassungspflicht besteht, sofern sie zur Herstellung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im eigenen Betrieb erworben werden. Was heißt das anderes, als dass ein Landwirt Pflanzen bzw. -teile von *Quassia amara* erwerben und auf seinem eigenen Betrieb zu einem Insektizid verarbeiten kann, ohne dass der Händler, der *Quassia* vertreibt, die Pflanze als Insektizid bei der BBA zulassen muss. Warum soll diese Logik nicht für Niemand gelten?

Ein weiteres Argument, das seit neuestem ins Spiel gebracht wird, ist, dass wenn ein zugelassener kommerzieller Pflanzenextrakt auf dem Markt ist, es keine Notwendigkeit mehr gäbe, den Gebrauch selbstergestellter einfacher Extrakte zu erlauben. Hier wird der Versuch unternommen einen Produkttyp gegen den anderen auszuspielen. Aus unserer Sicht haben beide Produkttypen eine Existenzberechtigung, da sie jeweils Stärken und Schwächen aufweisen. So ist der Vorteil der kommerziell hergestellten, zugelassenen Produkte die standardisierte Zusammensetzung und Wirkung und die leichte Handhabbarkeit, die von selbstergestellten Extrakten die größere Wirkungsvielfalt und damit geringe Resistenzbildungsgefahr und die Stärkung der Selbsthilfe.

Für uns gibt es keinen Grund, warum man einen der beiden Produkttypen einseitig bevorzugen sollte.

Last not least würde die Konzentration des Pflanzenschutz auf industriell hergestellte Produkte, für deren Zulassung man hohe Summen bereitstellen muss, einen Ausschluss aller Kleinproduzenten aus Deutschland und Übersee bedeuten, die Rohstoffe zur Gewinnung einfacher selbstergestellter Pflanzenschutzmittel herstellen und nicht über entsprechende finanzielle Mittel verfügen. Damit würde Deutschland und möglicherweise Europa seinen Markt in einem weiteren Bereich gegenüber den Entwicklungsländern abschotten.

Wir halten eine solche Entwicklung für bedenklich und regen an, sich eher für eine Flexibilisierung der Zulassungsbestimmungen für pflanzliche Extrakte einzusetzen.

So sollte es möglich sein, wenig verarbeitete Naturprodukte, die komplex zusammengesetzt sind und deren Wirkung sich nicht auf einen Stoff reduzieren lässt, zuzulassen. Die Existenz mehrerer Wirksubstanzen in einer Mischung kann wesentlich zur Verhinderung der Resistenzentwicklung beitragen und die Einsatzmöglichkeiten der Naturprodukte verbreiten. Dies wäre auch im Sinne des biologischen Landbaus, möglichst naturnahe landwirtschaftliche Betriebsmittel einzusetzen.

## **Auswirkungen von niem- bzw. pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten auf den Naturhaushalt**

### **Auswirkungen von neem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt**

Britta Michalski

Umweltbundesamt - FG IV 1.3, Einvernehmensstelle Pflanzenschutzgesetz  
Seecktstr. 6-10, D-13581 Berlin

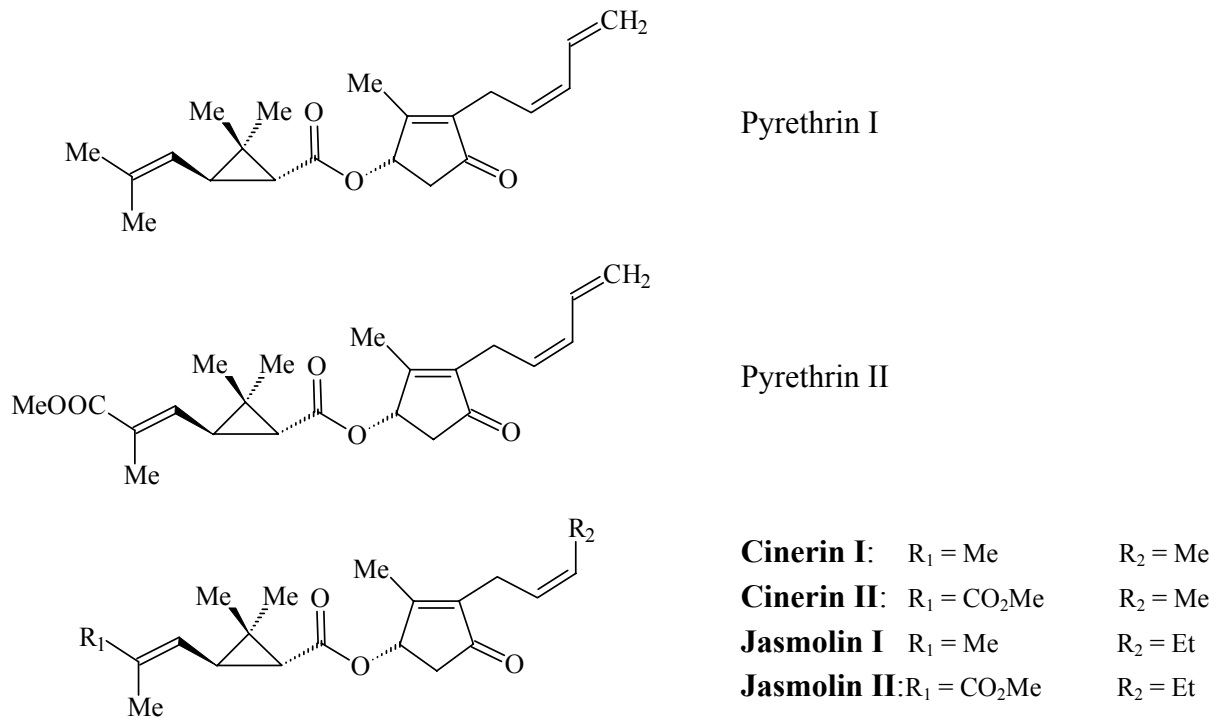
#### **Einleitung**

Die Methoden des ökologischen Landbaus sind im EU-Raum durch die Richtlinie 2092/91 (»*Verordnung über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel*«) verbindlich festgelegt. Danach dürfen im ökologischen Landbau nur die in Anhang II der Richtlinie aufgeführten Pflanzenschutzmittel bzw. Wirkstoffe verwendet werden. Dazu gehören Pyrethrum-Präparate und seit kurzem (Verordnung der EU-Kommission vom 19. Mai 2000) uneingeschränkt auch Neem-Präparate. Die Liste umfasst jedoch nur einen geringen Teil der in Deutschland insgesamt zugelassenen Pflanzenschutzmittel, so dass im ökologischen Landbau damit deutlich weniger Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen als im integrierten Landbau und es in einzelnen Anwendungsbereichen dadurch zu Bekämpfungslücken kommen kann, die im integrierten Landbau nicht bestehen. Diese Lücken sind jedoch nicht im eigentlichen Sinne als »Lückenindikationen« zu betrachten, da das Pflanzenschutzgesetz bei der Zulassung nicht zwischen ökologischem Landbau und anderen Anbauformen unterscheidet.

### **Chemische Zusammensetzung und Wirkungsweise**

#### **Pyrethrum-Extrakt**

Natürliches Pyrethrum wird von bestimmten Chrysanthemenarten zur Abwehr von Insekten synthetisiert. Im wesentlichen sind hier *Chrysanthemum cinerariifolium* und *C. coccineum* zu nennen. Über 90 % der Welternte werden heute in Kenia angebaut. Pyrethrum ist zu ca. 1-2 % in den getrockneten Blüten enthalten und wird durch Extraktion daraus gewonnen. Der Pyrethrum-Extrakt besteht im wesentlichen aus sechs strukturverwandten Ester-Verbindungen (vgl. Abb. 1.): den größten Anteil des Gemischs stellen Pyrethrin I (ca. 35 %) und Pyrethrin II (ca. 33 %), die beiden wirksamsten Komponenten des Pyrethrum-Extraktes, gefolgt von den Begleitverbindungen Cinerin I und II (mit 10 bzw. 14 %) sowie den erst 1964 entdeckten Inhaltsstoffen Jasmolin I und II (mit jeweils 5 %). Die Anteile sind dabei variabel und die Angaben dazu als Richtwerte zu verstehen. Die chemische Struktur der sechs Hauptkomponenten des Pyrethrumextraktes ist in Abbildung 1 gezeigt:

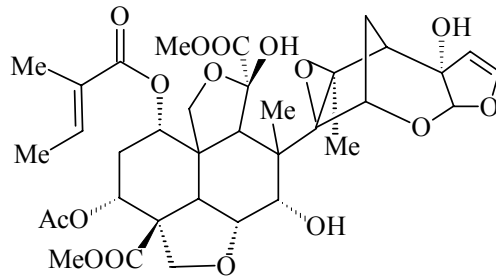


**Abb. 1:** Chemische Struktur der Hauptkomponenten des Pyrethrumextraktes

Wesentlich für die Beurteilung der Auswirkungen von Pyrethrumextrakt auf den Naturhaushalt ist sein Gehalt an Pyrethrinen (Pyrethrin I und Pyrethrin II). Pyrethrine zeigen eine sog. "knock-down"-Wirkung, d. h. führen zu einer sofortigen Lähmung des Nervensystems von Insekten, meist noch vor Entfaltung der eigentlichen toxischen Wirkung. Die Wirkung erfolgt unspezifisch, d. h. Pyrethrine beeinträchtigen sowohl Schad- als auch Nutzinsekten. Die Metabolisierung von Pyrethrinen im Organismus beginnt zunächst mit einer Spaltung des Esters, der am leichtesten nukleophil angreifbaren Position im Molekül („Sollbruchstelle“). Im Insektenorganismus erfolgt die Metabolisierung verzögert, da esterspaltende Enzyme bei Insekten nur in geringem Maße anzutreffen sind. Im Vogel- und Säugerorganismus hingegen erfolgt eine rasche Esterspaltung und damit Inaktivierung der Pyrethrine.

## Neemöl

In den Blättern, der Rinde und den Samen des Neembiums (*Azadirachta indica*) ist eine Vielzahl von z. T. insektizid, insektistatisch und akarizid wirksamen Substanzen enthalten, wobei der höchste Anteil des wirksamsten Inhaltsstoffes Azadirachtin A (vgl. Abb. 2) in den Kernen der Früchte gefunden wird. Das aus den Kernen gepresste und extrahierte Neemöl enthält ein komplexes Isomerengemisch von Tetranortriterpenoiden wie z. B. Azadirachtin A, B, D, F, H, I, K, Azadirachtinin, Salannin, Nimbin, 3-Desacetyl-Salannin, 6-Desacetyl-Nimbin und 6-O-Acetyl-Nimbandiol. Die Methode zur Herstellung von Neemöl lässt sich in Bezug auf den Gehalt des wirksamsten Bestandteils Azadirachtin so weit optimieren, dass der Azadirachtin Gehalt bei etwa 30 % liegt. Neemöl dieser Zusammensetzung bildet auch die Basis für das einzige bislang zugelassene Neemöl-Insektizid, das NeemAzal-T/S.



**Azadirachtin A**

**Abb. 2:** Chemische Struktur der Hauptwirkkomponente des Neemöls

Die biologisch aktiven Substanzen des Neemöls, insbesondere das Azadirachtin A, wirken inaktivierend, fraßhemmend, häutungshemmend und fekunditätsmindernd auf eine Vielzahl von Schadinsekten wie Blattläuse, Weiße Fliegen, Thripse, Minierfliegen und Spinnmilben. Aufgrund seiner Strukturverwandschaft mit dem Insektenhormon Ecdyson besitzt gerade Azadirachtin A eine hohe Wirksamkeit und beeinträchtigt als Ecdyson-Blocker die Metamorphose der Insekten. Da Azadirachtin A auch über die Leitungsbahnen innerhalb der Pflanze transportiert wird, werden Schädlinge auch dann erfasst, wenn sie nicht direkt mit der Spritzbrühe in Kontakt kommen.

## Zugelassene Präparate auf Neem- und Pyrethrumbasis

### Pyrethrinhaltige Präparate

In Deutschland sind gegenwärtig 27 pyrethrinhaltige Pflanzenschutzmittel zugelassen, deren Zulassungen mehrheitlich bis zum 31.12.2003 laufen. In allen zugelassenen Präparaten (wobei die Formulierungen z. T. identisch sind) ist neben Pyrethrum der Synergist Piperonylbutoxid (PBO) enthalten, der zu einer deutlichen Steigerung der Wirkstofftoxizität führt, indem u. a. der enzymatische Abbau der Pyrethrine im Insekt weiter verlangsamt wird. Ausschlaggebend für die Bewertung des Risikos für den Naturhaushalt sind daher in der Regel die Daten zu den Präparaten und nicht die zu den Einzelwirkstoffen. Im folgenden wird beispielhaft auf ein Präparat Bezug genommen, das 48 g Pyrethrine/l und 445 g Piperonylbutoxid/l enthält und je nach Anwendungsgebiet mit Aufwandmengen von 16,8 – 33,6 g Pyrethrine/ha zugelassen ist.

Insgesamt ist anzumerken, dass eine Vielzahl der im Zulassungsverfahren eingereichten Unterlagen zu Pyrethrum und pyrethrinhaltigen Präparaten nicht mehr dem heutigen Standard entspricht, zu einigen Antragspunkten überhaupt keine Daten vorliegen und bei vielen ökotoxischen Tests notwendige Angaben zur Spezifikation, also zur Zusammensetzung der verwendeten Pyrethrumextrakte, fehlen. Ein Teil der Unterlagen ist daher für die Risikobewertung nicht verwertbar.

### Neemhaltige Präparate

Mit NeemAzal-T/S ist in Deutschland nur ein Neempräparat zugelassen (bis 31.12.2008). Bei einem Wirkstoffgehalt von 31 g Neem/l bzw. 10 g Azadirachtin/l sind für Freilandanwendungen von NeemAzal-T/S Aufwandmengen von 1,5 l/ha und je m Kronenhöhe (Obstbau) bzw. 2,5 l/ha (Feld- und Gemüsebau) festgesetzt.

## Verbleib und Verhalten in der Umwelt

### Luft

Pyrethrine besitzen einen vergleichsweise hohen Dampfdruck (19 Pa), bauen sich aber in direktem Sonnenlicht sehr rasch ab, d. h. die insektizide Wirkung ist bereits nach wenigen Stunden deutlich gesunken. Als Halbwertszeit in der Luft wird unter umweltrelevanten Bedingungen für Mitteleuropa (Sonneneinstrahlung, Temperatur, Sonnenscheindauer) ein Zeitraum  $< 1.5$  d errechnet. Setzt man hingegen Pyrethrine diffuser Lichteinstrahlung aus, können erhebliche Rückstände noch nach mehreren Wochen nachgewiesen werden. So wurden z. B. in Laborstudien zur Verflüchtigung von Bodenoberflächen nach 30 d noch  $> 70$  % der eingesetzten Wirkstoffmenge wiedergefunden.

Infolge seines äußerst geringen Dampfdrucks ( $3.6 \times 10^{-13}$  Pa) ist für Azadirachtin nicht mit relevanten Konzentrationen in der Luft oder einer weiträumigen Verteilung zu rechnen. Dies gilt auch für die übrigen Neem-Inhaltsstoffe, deren Dampfdruck im gleichen Bereich liegt.

### Boden

Im Boden werden Pyrethrine bei Temperaturen um  $20$  °C rasch mit einer Halbwertszeit von 3 d abgebaut. Diese Halbwertszeit kann auch für den Abbau der Präparate (Pyrethrum + PBO) zugrundegelegt werden, da für den aeroben Abbau von Piperonylbutoxid im Boden die  $dt_{50}$ -Werte im selben Bereich liegen (2-5 d). Während bei den Bodenabbaustudien nur  $\approx 40$  % der eingesetzten Menge an Pyrethrinen mineralisiert und auch identifizierbare Abbauprodukte nur in geringem Maße gebildet werden, verbleibt ein Anteil von  $\approx 40$  % als gebundene, nicht extrahierbare Rückstände im Boden. Pyrethrine adsorbieren stark an Bodenpartikel. Als Folge ihrer Adsorptionsneigung und des raschen Abbaus im Boden ist nicht mit einer relevanten Verlagerung in das Grundwasser zu rechnen.

Alle Bestandteile von Neem, für die Abbaugeschwindigkeiten bekannt sind, werden im Boden bei Temperaturen um  $20$  °C rasch mit einer Halbwertszeit von 3-7 d abgebaut (Azadirachtin A: 3 d), wobei bisher keine Angaben zu Metaboliten, Mineralisation und gebundenen Rückständen verfügbar sind. Neem bzw. dessen Hauptbestandteil Azadirachtin A adsorbiert nur schwach an Bodenpartikel ( $K_{OC} = 30$  l/kg). Gleichzeitig besitzt Azadirachtin A eine hohe Wasserlöslichkeit (2.9 g/l) und es ist mit einer hohen Mobilität im Boden zu rechnen. Auch in Säulenversickerungsstudien wurden erhebliche Konzentrationen an Azadirachtin A im Eluat gefunden (42 – 90 %). In Anbetracht des sehr raschen Abbaus im Boden ist allerdings trotz der Hinweise auf eine hohe Mobilität des Wirkstoffs nicht mit relevanten Einträgen in das Grundwasser zu rechnen. Bereits während der Bodenpassage und noch vor Erreichen des Grundwasserniveaus wird das Azadirachtin nahezu vollständig abgebaut. PELMO-Berechnungen bestätigen diese Einschätzung und es werden mit PELMO keine Einträge  $> 0.1$  µg/l in das Grundwasser errechnet. Von einer Grundwassergefährdung durch den Wirkstoff ist somit nicht auszugehen.

### Oberflächengewässer

Pyrethrine werden im Wasser/Sediment-System mit einer Halbwertszeit von 2-10 d abgebaut, wobei als Hauptmetabolit Chrysanthemumsäure entsteht. Über den Primärabbau hinaus findet kaum ein weiterer Abbau statt, die Mineralisierung ist gering ( $< 5$  %) und über die Hälfte des eingesetzten Wirkstoffs (51 %) wird in Form nicht identifizierter / nicht extrahierbarer Rückstände gebunden. Durch rasche Verlagerung in das Sediment wird ein Teil der Pyrethrine dem weiteren Abbau offenbar zunächst entzogen. Die Halbwertszeit der Pyrethrinpräparate im



Wasser/Sedimentsystem lässt sich nicht ohne weiteres voraussagen, da es sich um Kombinationspräparate handelt und Piperonylbutoxid mit 60 d eine deutlich längere Halbwertszeit aufweist als die Pyrethrine selbst.

Das Präparat „NeemAzal-T/S“ ist biologisch leicht abbaubar. Mehrere Closed-Bottle-Tests wurden gem. OECD 301 D durchgeführt, wobei in Abhängigkeit vom eingesetzten Inokulum innerhalb von 28 Tagen bis zu 66 % abgebaut wurden. Als Kriterium für „leichte biologische Abbaubarkeit“ gilt in diesem Testsystem ein Abbau  $\geq 60\%$  innerhalb von 10 d. Aufgrund der nachgewiesenen leichten Abbaubarkeit ist die Vorlage einer zusätzlichen Wasser/Sediment-Studie nicht erforderlich. Aussagen zum Anteil der Mineralisierung oder der gebundenen Rückstände, zur Metabolisierung sowie zur Verlagerung ins Sediment lassen sich aus den vorgelegten Untersuchungen jedoch nicht ableiten. Auch abiotische Abbauprozesse werden im Wasser wirksam. So ist z. B. für Azadirachtin A eine verhältnismäßig rasche Hydrolyse bekannt (bei 30 °C und pH 7: 105 h). In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Daten aus dem Verbleibbereich zusammengefasst:

**Tab. 1: Übersicht zu Verbleib und Verhalten von Neem- und Pyrethrum-Präparaten in der Umwelt**

<b>Luft</b>	<b>Pyrethrum</b>	<b>Neem</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ hoher Dampfdruck (19 Pa)</li> <li>➤ rascher Abbau bei Sonneneinstrahlung (<math>t_{1/2} &lt; 1.5</math> d)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ geringer Dampfdruck (<math>3.6 \cdot 10^{-13}</math> Pa)</li> </ul>
<b>Boden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>DT_{50}</math> (Pyrethrin) = 3 d</li> <li>➤ 40 % gebundene Rückstände</li> <li>➤ starke Adsorptionsneigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>DT_{50} = 3-7</math> d (Azadirachtin A: 3 d)</li> <li>➤ geringe Adsorption, hohe Mobilität im Boden</li> <li>➤ PELMO: <math>PEC_{GW} &lt; 0.1</math> µg/l</li> </ul>
<b>Wasser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>DT_{50}</math> (Pyrethrin) = 2-10 d</li> <li>➤ 51 % gebundene Rückstände</li> <li>➤ starke Verlagerung ins Sediment</li> <li>➤ geringe Mineralisierung (<math>&lt; 5\%</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ biologisch leicht abbaubar</li> </ul>

## Auswirkungen auf aquatische Organismen

### Pyrethrinhaltige Präparate

Als empfindlichste aquatische Organismen sowohl in Bezug auf akute als auch auf längerfristige Auswirkungen haben sich gegenüber Pyrethrinen Crustaceen und Fische erwiesen, Algen reagieren deutlich weniger empfindlich auf den Wirkstoff. Hinweise auf eine Hemmung der mikrobiellen Aktivität in Wasser gibt es nicht. Die bewertungsrelevanten Daten sind in Tab. 2 zusammengestellt. E(L)C<sub>50</sub>- und NOEC-Werte liegen in derselben Größenordnung, d. h. ausgeprägte Effekte treten bereits unmittelbar im Anschluss an die Exposition der Organismen auf. Dies ist in Anbetracht des Wirkmechanismus' der Pyrethrine auch zu erwarten. Vergleicht man die längerfristige Daphnientoxizität der Pyrethrine mit der

des beispielhaft ausgewählten Präparates (48 g Pyrethrine/l), wird die synergistische Wirkung des PBO deutlich. Trotz des nur sehr geringen Pyrethrinanteils im Präparat liegen die NOEC-Werte für Präparat und Wirkstoff (Vergleich der absoluten Zahlenwerte) in derselben Größenordnung. Vergleicht man die auf den Wirkstoffgehalt umgerechneten NOEC-Werte, zeigt sich eine deutliche Toxizitätssteigerung beim Präparat.

Pyrethrine sind lipophil und deuten mit einem  $\log p_{ow}$  von 5.34 (Pyrethrin I) bzw. 3.79 (Pyrethrin II) auf ein erhöhtes Bioakkumulationspotential hin. In einer entsprechenden Bioakkumulationsstudie am Fisch wurde ein BCF von  $\gg 100$  (873 in den nicht essbaren Anteilen) ermittelt. Allerdings kann eine längerfristige Anreicherung im Organismus aufgrund der Testergebnisse ausgeschlossen werden, da sich an die Anreicherungsphase eine rasche Ausscheidung ( $ct_{50} < 1$  d) anschließt.

### Neemhaltige Präparate

Neem und das Präparat NeemAzal-T/S wirken nur in sehr geringem Maße schädlich auf aquatische Organismen. Aus den Untersuchungen mit NeemAzal-T/S gem. OECD 209 ergeben sich keine Hinweise auf eine Hemmung der mikrobiellen Aktivität in Wasser. Weitere Daten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

**Tab. 2: Auswirkungen von Neem- und Pyrethrum-Präparaten auf aquatische Organismen**

Pyrethrin [ $\mu\text{g/l}$ ]			Neem [ $\mu\text{g/l}$ ]		
<i>S. subspicatus</i>	$E_1C_{50}$ (3 d, stat.) [Test ist nicht valide!]	= 2030	Grünalge	[es liegen keine Daten vor]	
<i>Mysidopsis bahia</i>	$EC_{50}$ (4 d, Durchfluß)	= 1.4	<i>Daphnia magna</i>	$EC_{50}$ (2 d, stat.)	= 23 630
<i>Daphnia magna</i>	NOEC (21 d, Durchfl.) [Endpunkt Reproduktion]	= 0.86	<i>Daphnia magna</i>	NOEC (21 d, semistat.)	= 1 840 [Endpunkt Mortalität/Reproduktion]
<i>O. mykiss</i>	$LC_{50}$ (4 d, Durchfluß)	= 5.2	<i>Danio rerio</i>	$LC_{50}$ (2 d, stat.)	> 100 000
<i>P. promelas</i>	NOEC (35 d, Durchfl.) [ELS-Test, Endpunkt Schlupfrate/ Larvenwachstum]	= 1.9	<i>Danio rerio</i>	NOEC (174 d, Durchfl.)	= 6400 [Lebenszyklus-Test; keine signifi- kanten Effekte bis zur höchsten Testkonz. ]
Präparat (Pyrethrum + PBO) [ $\mu\text{g/l}$ ]			Präparat Neemazal-T/S [ $\mu\text{g/l}$ ]		
Grünalge	[zu dieser Formulierung liegen keine Daten vor]		<i>S. subspicatus</i>	$E_bC_{50}$ (3 d, stat.)	> 22 000
<i>Daphnia magna</i>	$EC_{50}$ (2 d, semistat.)	= 32	<i>Daphnia magna</i>	$EC_{50}$ (2 d, stat.)	= 1 000000
<i>Daphnia magna</i>	NOEC (21 d, semistat.) [Endpunkt Reproduktion]	= 3.2	<i>Daphnia magna</i>	NOEC (21 d, semistat.)	= 6 250 [Endpunkt Reproduktion]
<i>O. mykiss</i>	$LC_{50}$ (4 d, statisch)	= 160	<i>O. mykiss</i>	$LC_{50}$ (4 d, semistat.)	= 160 000
<i>O. mykiss</i>	NOEC (21 d, semistat.)	= 70	<i>O. mykiss</i>	NOEC (28 d, Durchfl.)	= 63 600 [Endpunkt Mortalität und subletale Effekte]

## Abstandsaufgaben zum Schutz aquatischer Organismen

Für das beispielhaft gewählte Pyrethrum-Präparat (s.o.) mit 48 g Pyrethrine/l und 445 g PBO/l sind zum Schutz aquatischer Organismen nach dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse folgende Abstände zwischen der Behandlungsfläche und Oberflächengewässern einzuhalten:

- Beerenobst ausg. Erdbeeren (> 50 cm): **30 m**
- Erdbeeren: **30 m**
- Kern- und Steinobst: **75 m**
- Zierpflanzen (> 50 cm): **30 m**

Diese Abstände basieren auf den aktualisierten Abdrifteckwerten und beziehen sich auf Freilandanwendungen mit **konventioneller** Technik. Bei Verwendung abdriftreduzierender Technik verringern sich die Mindestabstände entsprechend. In einigen Fällen würden sich also mit den neuen Eckwerten Änderungen gegenüber den gegenwärtig in der Zulassung festgesetzten Abständen ergeben. Dies würde dann im Rahmen der nächsten Bewertung (Ergänzungsantrag o. Neuantrag) berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zu den Pyrethrumpräparaten ist es für keines der festgesetzten Anwendungsgebiete von NeemAzal T/S erforderlich, Abstandsaufgaben zu Gewässern zu erteilen.

## Auswirkungen auf terrestrische Organismen

### Pyrethrinhaltige Präparate

Pyrethrum wirkt unspezifisch, d. h. es wirkt gegen alle Insekten und somit nicht nur gegen die Schädlinge sondern auch gegen die Nützlinge (Hinweis auf der Verpackung: Das Mittel wird als schädigend für Populationen relevanter Nutzorganismen eingestuft). So führt z. B. die o. g. Formulierung mit 48 g Pyrethrin/l und 445 g Piperonylbutoxid/l bei der vorgesehenen Aufwandmenge im Labortest zu einer 100 %igen Verringerung der Parasitierungsleistung der Erzwespe *Trichogramma cacoeciae*. Gegenüber Bienen wirkt Pyrethrum mit LD<sub>50</sub> –Werten von 0.15 µg pro Biene und darunter im Labor akut hochtoxisch, gleichermaßen bei oraler Aufnahme und bei Kontaktwirkung. Während des Bienenfluges darf das Mittel daher nicht eingesetzt werden. Wie aus Freilanduntersuchungen bekannt ist, tritt jedoch nach der Applikation von Pyrethrumpräparaten ein Repellent-Effekt auf, der Bienen von behandelten Flächen fern hält.

Bodenmikroorganismen werden durch Pyrethrumpräparate nicht beeinträchtigt. Für Regenwürmer, Vögel und freilebende Säugetiere können bei sachgerechtem Einsatz von Pyrethrumpräparaten Gefährdungen weitgehend ausgeschlossen werden.

Daten zu den Auswirkungen auf terrestrische Nichtzielpflanzen wurden im Zulassungsverfahren bislang nicht vorgelegt.

### Neemhaltige Präparate

Die Nebenwirkungen von Neem auf die Nützlingsfauna sind artenabhängig unterschiedlich. Gegen viele Nützlinge wie parasitische Hautflügler und die Honigbiene zeigen Neemprodukte keine oder nur geringe Wirkung. Selbst bei der höchsten beantragten Aufwandmenge ist

NeemAzal-T/S mit LD<sub>50</sub> –Werten von > 100 µg/Biene nicht bienengefährlich. Hinsichtlich seiner Auswirkungen auf weitere Nutzarthropoden außer Bienen wird NeemAzal-T/S wie folgt eingestuft:

- **nicht schädigend für:** *Typhlodromus pyri* (Raubmilbe)  
*Coccinella septempunctata* (Marienkäfer)  
*Poecilus cupreus* (Laufkäfer)  
*Aphidius rhopalosiphi* (Brackwespe)
- **schädigend für:** *Episyrphus balteatus* (Schwebfliege)  
*Encarsia formosa* (Schlupfwespe)  
*Chrysoperla carnea* (Florfliege)

Werden Puppen der Schlupfwespe *Encarsia formosa* mit NeemAzal-T/S besprüht, ist eine bis zu 71 % verminderte Emergenz die Folge. Gegenüber Larven der Florfliege *Chrysoperla carnea* wirkt NeemAzal-T/S im Laborversuch schädigend mit Mortalitäten bis zu 100 % nach 36 d. Literaturdaten zufolge übt NeemAzal-T/S jedoch unter Freilandbedingungen keine schädigende Wirkung auf Florfliegenlarven aus.

Bodenmikroorganismen werden durch Neempräparate nicht beeinträchtigt. Für Regenwürmer, Vögel und freilebende Säugetiere können bei sachgerechtem Einsatz von Neempräparaten Gefährdungen weitgehend ausgeschlossen werden.

Daten zu den Auswirkungen auf terrestrische Nichtzielpflanzen wurden im Zulassungsverfahren bislang nicht vorgelegt.

## Fazit

- ⇔ Während die im Zulassungsverfahren bislang eingereichten Daten für Neem und NeemAzal-T/S im wesentlichen die Anforderungen der Anhänge II und III der EU-Richtlinie 91/414/EWG abdecken, bestehen bei Pyrethrin und den Pyrethrum-Präparaten noch zahlreiche Datenlücken.
- ⇔ Die Anwendung von Pyrethrumpräparaten im Freiland ist mit geeigneten Risikominimierungsmaßnahmen zum Schutz aquatischer Organismen zu verbinden. Für NeemAzal-T/S sind keine Risikominimierungsmaßnahmen zum Schutz aquatischer Biozöten erforderlich.
- ⇔ Aus den vielen Einzeldaten zu den Bereichen »Verbleib«, »Mobilität« und »Auswirkungen auf aquatische und terrestrische Nichtzielorganismen« ergibt sich ein klares Gesamtbild: Neem-Präparate sind aus Sicht des Naturhaushaltes wesentlich günstiger zu beurteilen als Pyrethrum-Präparate.

## **Auswirkungen von niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt – Eine Übersicht über die im Rahmen des Zulassungsverfahrens verwendeten Unterlagen für die Prüfbereiche in der Terrestrik**

Rolf Forster

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

### **Einleitung**

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft prüft gemäß § 15 Abs. 1 Nr. 3 PflSchG in Verbindung mit § 1 Abs. 2 Pflanzenschutzmittelverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. August 1998 - BGBl. I S. 2161 - in Verbindung mit den Anhängen IIA und IIIA der Richtlinie 91/414/EWG sowie § 1 a Abs. 6 Pflanzenschutzmittelverordnung i. V. m. Anhang VI der Richtlinie 91/414/EWG das Vorliegen der Zulassungsvoraussetzungen. Der Beitrag gibt eine Übersicht über die im Rahmen des Zulassungsverfahrens verwendeten Unterlagen für niem- und pyrethrinhaltige Pflanzenschutzmittel für die Prüfbereiche in der Terrestrik sowie Erläuterungen zur Risikoabschätzung.

### **Niemhaltige Pflanzenschutzmittel**

#### **Honigbiene**

Die LD<sub>50</sub> für *Apis mellifera* wurde mit >100 µg Produkt (10 g/l Azadirachtin) pro Biene beziffert, Schäden an Bienen und Brut wurden nicht festgestellt und der Bienenflug wurde durch die Behandlung nicht reduziert. Es erfolgte die folgende Einstufung:

Das Mittel wird bis zu der höchsten durch die Zulassung festgelegten Aufwandmenge als nichtbienengefährlich eingestuft (B4).

#### **Nichtzielarthropoden**

In Laborversuchen wurde unter „worst-case“-Bedingungen eine zum Teil hohe Mortalität für Nichtzielarthropoden festgestellt. So betrug die Erhöhung der Mortalität für die sensitive Art *Aphidius rhopalosiphi* bei 60 g ai/ha 100 %. Weitere pflanzen- und bodenbewohnende Arten (*Coccinella septempunctata*, *Poecilus cupreus*) wurden unter Berücksichtigung einer interzeptionsbedingt geringeren Exposition (12 g ai/ha, 8 g ai/ha) nicht geschädigt (Erhöhung der Mortalität 10 % bzw. Leistungsminderung 26 %, Erhöhung der Mortalität 3 %). In höherstufigen Studien, d. h. auf natürlichem Substrat oder im Halbfreiland und Freiland konnte die Vertretbarkeit der Auswirkungen gemäß SETAC/ESCORT Guidance Document (BARRETT et al. 1994) belegt werden. Für die Art *A. rhopalosiphi* wurde bei 60 g ai/ha lediglich eine Erhöhung der Mortalität um 15 % und eine Leistungsminderung von 19 % festgestellt. Die Sterblichkeit von *Episyrphus balteatus* war unter Halbfreilandbedingungen bei 60 g ai/ha um 49 % erhöht, die Leistungsminderung betrug 100 %. Zu beachten ist jedoch, dass die Bestimmung der Fertilität im Labor methodisch bedingt bekanntermaßen höchst variabel ist und nicht selten eine Eiablage ganz ausbleibt. Unter Freilandbedingungen konnten für *Typhlodromus pyri* bei 56 g ai/ha lediglich Auswirkungen von 17 % und 26 % nachgewiesen werden. Es erfolgte die folgende Einstufung:

Das Mittel wird als nichtschädigend für Populationen der Arten *Aphidius rhopalosiphi*, *Typhlodromus pyri*, *Coccinella septempunctata* und *Poecilus cupreus* eingestuft, als schädigend für *Episyrphus balteatus*.

#### Bodenfauna

Die LC<sub>50</sub> nach 14 Tagen Exposition wurde für den Kompostwurm *Eisenia fetida* mit >1000 mg ai/kg Substrat bestimmt. Bei einer geschätzten Mittelmenge im Boden von ca. 1,0-3,0 mg ai/kg überschreitet die LC<sub>50</sub> die Exposition um das 333- bis 1000-fache. Ein Risiko kann ausgeschlossen werden.

#### Bodenmikroflora

Im Hinblick auf die Auswirkungen von Niem auf die Bodenmikroflora wurden in zwei verschiedenen Böden (schluffiger Sand und lehmiger Schluff) keine negativen Effekte auf die Dehydrogenaseaktivität und die N-Mineralisierung bei Aufwandmengen von 3 l/ha und 30 l/ha festgestellt.

#### Vögel und Säuger

Für die Virginiauwachtel wurde die akute orale Toxizität LD<sub>50</sub> mit >4000 mg/kg Körpergewicht und einer NOED von 4000 mg/kg Körpergewicht bestimmt. Die subakute Toxizität in Fütterungsversuchen mit Küken betrug nach 5 Tagen LC<sub>50</sub> >5200 ppm, die NOEC wurde mit 5200 ppm beziffert. Das Risiko wird daher als gering eingestuft.

### Pyrethrinhaltige Pflanzenschutzmittel

#### Honigbiene

Für *Apis mellifera* konnten bis 75 g ai/ha Pyrethrum plus 250 g ai/ha Piperonylbutoxid keine Schäden festgestellt werden. Es erfolgte die folgende Einstufung:

Das Mittel wird bis zu der höchsten durch die Zulassung festgelegten Aufwandmenge als nichtbienengefährlich eingestuft (B4).

#### Nichtzielarthropoden

In Laboruntersuchungen wurde die hohe Toxizität dieses Insektizides für verschiedene Stellvertreterarten belegt: So wurden u. a. die Arten *Amblyseius* sp., *Trichogramma cacoeciae* und *Syrphus* sp. zu 100 % geschädigt. Unter den Bedingungen der Freilandanwendung zeichneten die Auswirkungen auf Nichtzielarthropoden der Baumschicht ein differenzierteres Bild: Während Nematocera und Brachycera mit 17 % bzw. 19 % nicht geschädigt wurden, lagen die Effekte bei den Phytoseiidae (hauptsächlich *T. pyri*) bei 49 %, den Araneae bei 76 % und den Anthocoridae (hauptsächlich *Orius* sp.) bei 64 %. Aufgrund der vorliegenden Anhaltspunkte für die Schädigung verschiedener Gruppen wurde die folgende Kennzeichnungsaufgabe erteilt:

Das Mittel wird als schädigend für Populationen relevanter Nutzarthropoden eingestuft.

#### Bodenfauna

Für die Stellvertreterart *Eisenia fetida* wurde eine LC<sub>50</sub> 14 Tage von 935 mg/kg Trockenmasse Substrat (3,6 % Pyrethrine + 14,4 % Piperonylbutoxid) bestimmt. Bezüglich des Endpunktes Gewicht wurde die NOEC mit < 600 mg/kg Trockenmasse Substrat beziffert, für die LOEC wurde ein Wert von 600 mg/kg Trockenmasse Substrat (geringste geprüfte Konzentration) festgelegt. Bei einer geschätzten Mittelmenge im Boden von ca. 4,0 mg/kg liegt die LC<sub>50</sub> um das 230fache über der Exposition.

Das Mittel wird als schwachschädigend für Regenwurmpopulationen eingestuft.

### Bodenmikroflora

Weder die Kurzzeitatmung noch die Nitrifikation wurden bei Aufwandmengen von 2 l/ha, 10 l/ha und 20 l/ha in zwei verschiedenen Böden (lehmiger Sand und toniger Schluff) negativ beeinflusst.

### Vögel und Säuger

Als relevanter Aufnahmepfad können belastete Pflanzen und Insekten angenommen werden. Die akute orale Toxizität wurde mit einer LD<sub>50</sub> von 584 – 900 mg/kg stellvertretend für die Ratte bestimmt. Bei einer geschätzten Exposition (geschätzter Anfangsbelag) von 1 ppm Pyrethrum und 5 ppm Piperonylbutoxid und einer theoretisch möglichen Aufnahme von 0,3 mg/kg/d Pyrethrum und 1,5 mg/kg/d Piperonylbutoxid wird das Risiko als gering bewertet.

### Fazit

Wie für Insektizide zu erwarten ist, können akute Auswirkungen von niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielarthropoden nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind Risiken für diese Gruppe bei Anwendung beider Pflanzenschutzmittel vorhanden, Unterschiede scheinen gradueller Natur zu sein. So wurde bei Beschränkung des maximalen Aufwandes und der maximalen Anzahl der Anwendungen für das niemhaltige Produkt eine weitgehende Schonung von Nichtzielarthropoden belegt. Gemäß Richtlinie 97/57/EG des Rates vom 22. September 1997 ist die von den Mitgliedstaaten erteilte Zulassung gegebenenfalls mit Bedingungen oder Beschränkungen zu verbinden.

**Gemäß Richtlinie 91/414/EWG verpflichten sich die Mitgliedstaaten, dafür Sorge zu tragen, dass ein Pflanzenschutzmittel nur zugelassen wird, wenn dieses u. a. keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt hat, und zwar unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf Arten, die nicht bekämpft werden sollen. Wie im SETAC/ESCORT Guidance Document vereinbart wurde, gelten bzgl. unannehmbarer Auswirkungen die folgenden Definitionen:**

Nichtzielarthropoden auf Behandlungsflächen: Effekte sind unannehmbar, falls keine Erholung innerhalb einer bestimmten Zeitspanne (z. B. eine Saison) stattfindet oder falls eine Gradation ökonomisch bedeutsamer Schädlinge verursacht wird;

Arthropoden auf Nichtzielflächen (natürliche und naturnahe Flächen):

Effekte sind unannehmbar, falls diese ökologisch relevant sind (z. B. > 30 %).

**In der Risikoabschätzung zu beachten sind ferner exogene Faktoren, die die Erholung von Populationen und Wiederbesiedlung behandelte Flächen beeinflussen:**

1. die Toxizität des Pflanzenschutzmittels für die untersuchten Organismen,
2. die Häufigkeit der Anwendungen innerhalb einer Saison,
3. der Anteil behandelte bzw. via Abdrift belastete Flächen in der Nachbarschaft,
4. der Dispersionswiderstand der in der Agrarlandschaft vorhandenen Strukturelemente (Felder, Feldraine etc.).

In der detaillierten Prüfung der Auswirkungen auf den Naturhaushalt werden im Rahmen der (Wieder-)Zulassung niem- und pyrethrinhaltiger Pflanzenschutzmittel für die Risikominimierung für Nichtzielarthropoden daher u. a. folgende Maßnahmen erwogen:

Festsetzung der max. Aufwandmenge

Festsetzung der max. Anzahl der Anwendungen pro Saison

Anordnung einer Abstandsregelung

Anordnung abdriftmindernder Technik  
Erteilung von Kennzeichnungsauflagen

### **Zusammenfassung**

Akute Auswirkungen von niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielarthropoden können nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind Risiken für diese Gruppe bei Anwendung beider Pflanzenschutzmittel vorhanden, die Unterschiede scheinen gradueller Natur zu sein.

In der detaillierten Prüfung der Auswirkungen auf den Naturhaushalt werden im Rahmen der (Wieder-)Zulassung niem- und pyrethrinhaltiger Pflanzenschutzmittel Risikominimierungsmaßnahmen für Nichtzielarthropoden erwogen.



## **Spezifität und Nebenwirkung auf Nutzorganismen von niem- und pyrethrin-haltigen Pflanzenschutzpräparaten**

### **Spezifität und Nebenwirkungen auf Nutzorganismen von pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten**

Andreas Prokop

W. NEUDORFF GmbH KG, Postfach 1209, 31857 Emmerthal

Spezifisch wirkt Pyrethrum nicht. Das liegt an seiner chemischen Zusammensetzung und dem zugrundeliegenden Wirkmechanismus. Das Pyrethrumkonzentrat, wie es in dem gereinigten Pale-Extrakt vorliegt, besteht aus sechs insektiziden, optisch aktiven Estern der Chrysanthemum- und Pyrethrinsäure. Diese aktiven Bestandteile des Pyrethrums werden auch Pyrethrine genannt. Die Hauptbestandteile jedes Pyrethrum Konzentrats sind Pyrethrin I und II. Die Pyrethrine beeinträchtigen die normale Funktion des zentralen Nervensystems der Insekten. Insbesondere wird der Natrium-Transport, der für die „uneingeschränkte“ Reizweiterleitung verantwortlich ist, durch die Pyrethrine unterbrochen.

Da die Nervensysteme aller Insekten ähnlich konstruiert sind, wundert es nicht, dass Pyrethrine kein spezifisches, sondern ein breitwirksames Insektizid darstellen. Pyrethrum ist dafür bekannt, dass es nicht nur im Pflanzenschutz, sondern auch in der Schädlingsbekämpfung zur Kontrolle von Ameisen, Fliegen oder Schaben eingesetzt wird. So ist natürlich auch zu erwarten, dass Nutzarthropoden sensitiv auf Pyrethrine reagieren. Welche konkreten Daten liegen hier für Pyrethrum vor? Aufgrund der bekannten Tatsache, dass Pyrethrum ein Kontaktinsektizid auch für Nutzarthropoden darstellt, sind in der Vergangenheit wenig Studien mit Nützlingen durchgeführt worden. Alle heute zugelassenen Pyrethrumpräparate sind deshalb auch als schädigend für Populationen relevanter Naturorganismen eingestuft, d. h. wenn man Limits- oder Dosis Wirkungstests an Nützlingen im Labor durchführt, kann man davon ausgehen, dass man Mortalitäten zwischen 80 und 100 % erhält.

An dieser Stelle stellt sich die Frage, wie realistisch ist dieses Szenario des Labortests, mit anderen Worten, kann man aus diesen im Labor erzielten Ergebnissen auf eine signifikante Beeinträchtigung der Nützlings-Population im Freiland schließen? Um hier aussagefähige Daten zu erhalten, werden heute vermehrt, auch im Zulassungsverfahren, Halfreiland bzw. Freilandversuche durchgeführt. Bei diesen Versuchseinstellungen wird herausgearbeitet wie schnell sich der Wirkstoff unter natürlichen Umwelteinflüssen zersetzt und seine Wirkung verliert und ob somit eine Wiederbesiedlung der befallenen Fläche durch Nützlinge innerhalb relevanter Zeiträume möglich ist.

Pyrethrum zeichnet sich durch eine sehr geringe Photostabilität aus, die eine geringe Bioakkumulation zur Folge hat. In einer Abbaustudie, durchgeführt 1997, wurden für Pyrethrum (oder besser gesagt für die aktiven Bestandteile, die Pyrethrine) sehr schnelle Abbauraten ermittelt.

In der Umwelt wird Pyrethrum schnell durch Photolyse und mikrobielle Aktivitäten abgebaut. Die Pyrethrine zerfallen in mehrere Metabolite, hauptsächlich Isomere der Chrysanthemumsäure, wobei jedoch keiner der Metabolite eine Konz. > 10 % der Ausgangssubstanzen erreicht. Die Primärmetabolite werden zu organisch gebundenen Resten und CO<sub>2</sub> weiter mineralisiert. Die Pyrethrine, als auch die Metabolite, sind immobil, d. h. es kommt zu keinem Leaching-Effekt. Die Pyrethrine verbleiben deshalb nahe der Bodenoberfläche, eine Verlagerung ins Grundwasser oder ein Transport/Abschwemmung in Oberflächengewässer ist nicht zu beobachten.

In echten Freilandversuchen, in denen Photolyse und mikrobieller Abbau parallel erfolgen, war die ermittelte Halbwertszeit sehr gering. Hier wurden an 3 verschiedenen Standorten in den USA Halbwertszeiten von 1-2 Stunden ermittelt.

Überträgt man diese Erkenntnisse auf ein konkretes Fallbeispiel kann man abschätzen, welche Auswirkungen die Applikationen eines pyrethrumhaltigen Präparates auf die Nutzarthropodenpopulationen haben wird und ob eine Wiederbesiedlung innerhalb relevanter Zeiträume (z. B. je Saison) möglich/realistisch ist.

In der beiliegenden Grafik ist ein worst case Szenario dargestellt. Eingesetzt wird hier wiederum die Formulierung Neu 1161, die schon in dem Dosis-Wirkung-Labortest getestet wurde (s. Labortest mit *T. pyri* und *Aphidius*). Bei dieser Formulierung werden 30 g Pyrethrine pro Hektar und Spritzung ausgebracht. Der Belag/die Konzentration an Pyrethrinen auf der Blattoberfläche, berechnet nach BARRET et al. 1994, ist dann 12 g a. i. /ha bei Raumkulturen (Obst oder Wein). Wie die Grafik deutlich zeigt, kommt es aufgrund des schnellen Abbaus der Pyrethrine nicht zur Ausbildung eines Plateau-Wertes, obwohl hier mit 8 Applikationen ein echtes worst case Szenario dargestellt ist. Auch bei der Langzeitakkumulationsberechnung zeigt sich, dass kein Plateau ausgebildet wird. Langzeiteffekte sind aufgrund dieser Modellrechnung nicht zu erwarten, da die TWA-Werte innerhalb der Saison deutlich unter den NOEC-Werten liegen, die im Labor errechnet wurden.

Basierend auf den Abbauwerten lassen sich auch Angaben oder Risikoabschätzungen für den off crop-Bereich durchführen. Unter Berücksichtigung der Abdrifteckwerte, errechnet auf Basis der 90. Perzentile, würden sich für Raumkulturen in einem Abstand von 5 m absolute Pyrethrin-Werte ergeben, die weit unter den im Labor ermittelten NOEC-Werten liegen.

## **Toxikologie und Rückstandssituation bei niem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten**

### **Toxikologische Bewertung von NeemAzal und Pyrethrum**

Lars Niemann

Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV),  
D-14195 Berlin, Thielallee 88-92, FG 703

Grundsätzlich steht das BgVV der vermehrten Anwendung biologischer PSM, zu denen neben Mikroorganismen auch Naturprodukte pflanzlicher Herkunft gehören, aufgeschlossen gegenüber, da in der Entwicklung und im Einsatz solcher Mittel ein Beitrag zu einer ökologisch vertretbaren, auf Nachhaltigkeit orientierten landwirtschaftlichen Praxis gesehen wird. Es muss jedoch betont werden, dass bei der Prüfung und Zulassung solcher Produkte keine Abstriche vom erreichten hohen Niveau des vorbeugenden Gesundheitsschutzes für Anwender und Verbraucher gemacht werden dürfen. Entgegen einer teilweise noch anzutreffenden Ansicht kann nicht davon ausgegangen werden, dass Naturstoffe *per se* weniger toxisch wären als synthetisch hergestellte Chemikalien. Von alters her sind neben Heil- auch "Giftpflanzen" bekannt, und selbst moderne Arzneimittel auf pflanzlicher Basis können schwerwiegende Nebenwirkungen hervorrufen und Anlass zur Besorgnis wegen gesundheitlicher Risiken bis hin zu mutagenen und kanzerogenen Effekten geben. Dementsprechend haben das BgVV und sein Vorgängerinstitut, das Bundesgesundheitsamt, immer die Position vertreten, dass auch Pflanzenschutzmittel (PSM) pflanzlicher Herkunft vor Erteilung des Einvernehmens zur Zulassung toxikologisch umfassend geprüft werden müssen. Vom Gesetzgeber wird im Pflanzenschutzgesetz hinsichtlich Art und Umfang der als Grundlage dieser Prüfung vorzulegenden Unterlagen kein Unterschied zwischen synthetisch hergestellten PSM und Substanzen natürlichen Ursprungs gemacht. Allerdings wird die Bewertung von Naturstoffen durch einige Besonderheiten erschwert.

Zum einen handelt es sich häufig um Stoffgemische, die chemisch oft unzureichend charakterisiert sind. Hinzu kommen die natürliche Variabilität und die schwierige Standardisierbarkeit von Produkten biologischer Herkunft. Eine wesentliche Anforderung an den Hersteller besteht daher darin, die Identität des in den toxikologischen Untersuchungen verwendeten Testmaterials mit dem zur Anwendung vorgesehenen Wirkstoffgemisch oder Präparat nachzuweisen und dauerhaft zu gewährleisten. Die Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen, sowohl hinsichtlich der Wirksamkeit als auch der gesundheitlichen Unbedenklichkeit, auf Produkte anderer Zusammensetzung, auch wenn sie von derselben Pflanzenspezies stammen und teilweise sogar die gleichen Pflanzeninhaltsstoffe enthalten, dürfte daher im Regelfall nicht möglich sein. Nicht zuletzt sind aus diesem Grunde Informationen aus der Literatur für die Beurteilung eines zur Zulassung anstehenden PSM häufig nur eingeschränkt verwertbar, können allerdings das Augenmerk auf möglicherweise besonders kritische Effekte lenken.

Zum anderen liegt gerade bei Naturstoffen, insbesondere solchen aus tropischen Ländern, eine nicht zu unterschätzende Gefahr in ihrer möglichen Kontamination mit Fremdstoffen, etwa Mykotoxinen. Diese Kontaminanten können eine ernste gesundheitliche Gefährdung darstellen, aber auch zu einer Verfälschung der Ergebnisse toxikologischer Studien und in der Konsequenz zur Überbewertung möglicher gesundheitlicher Risiken eines biologischen PSM führen. Daher sind hohe Anforderungen an die Gewinnung und Verarbeitung des Ausgangsmaterials, seine Lagerung und die Herstellung der gebrauchsfertigen Formulierungen zu stellen. Eine Chargenprüfung als Bestandteil der Qualitätssicherung erscheint dabei unumgänglich.

Im folgenden sollen die Ergebnisse der toxikologischen Prüfung von Pyrethrum und NeemAzal vorgestellt werden. In beiden Fällen liegt eine für Naturstoffe in diesem Umfang selten anzutreffende, auf validen Studien beruhende Datenbasis vor. Pyrethrum wurde erst 1999 von einem Expertengremium von WHO und FAO toxikologisch beurteilt (JMPR, 1999). Für NeemAzal wurde als Voraussetzung der erstmaligen Zulassung in Deutschland im Jahre 1998 eine umfassende gesundheitliche Bewertung durch das BgVV vorgenommen und seitdem bei Vorlage neuer Unterlagen fortlaufend aktualisiert. Mit freundlicher Genehmigung des Zulassungsinhabers, der Trifolio-M GmbH, konnten die wesentlichen der dabei zugrundegelegten Daten kürzlich publiziert werden (NIEMANN & HILBIG 2000).

Mein Vortrag basiert im wesentlichen auf diesen beiden neuen Bewertungen. Die Tabellen mit den Ergebnissen der toxikologischen Studien wurden für das Pyrethrum direkt aus der Veröffentlichung des JMPR übernommen; im Falle des NeemAzal handelt es sich um Auszüge aus dem BgVV-Dossier zur Vorlage beim Sachverständigenausschuss zur Zulassung von PSM bei der BBA.

### **Pyrethrum**

Pyrethrum ist die historische Sammelbezeichnung für insektizid wirkende Extrakte aus den Blüten von Chrysanthemen, die sich aufgrund unterschiedlicher Herkunft und Extraktions- bzw. Verarbeitungsverfahren sowohl in ihrer Wirksamkeit als auch in den toxikologischen Eigenschaften voneinander unterscheiden. In den letzten Jahren konnte durch sorgsame Auswahl der Herkunftskulturen, verbesserte Extraktionsverfahren und Maßnahmen der Qualitätssicherung das Produkt erheblich besser standardisiert werden. Auf Veranlassung des Kenya Pyrethrum Board wurden mit diesem Extrakt neue toxikologische Studien durchgeführt, auf denen die JMPR-Bewertung im wesentlichen beruht. Prüfsubstanz in diesen Untersuchungen war eine definierte Mischung von gereinigten Chrysanthemenextrakten aus den vier Hauptanbaugebieten mit einem Gesamt-Pyrethringehalt von 57,6 %. Als Pyrethrine werden die eigentlich insektizid wirksamen Inhaltsstoffe des Extrakts bezeichnet, wobei es sich um Ester der Chrysanthemen- (Typ I-Pyrethrine) bzw. der Pyrethrumsäure (Typ II) handelt. In dem toxikologisch untersuchten Produkt betrug das quantitative Verhältnis zwischen den Typ I- und Typ II-Pyrethrinen 1,85:1 (JMPR, 1999). Obwohl sie in der Bewertung durch WHO und FAO als "pyrethrins" bezeichnet wurde, soll für diese standardisierte Prüfsubstanz in diesem Vortrag noch der herkömmliche Name "Pyrethrum" verwendet werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die toxikologischen Eigenschaften von Pyrethrum, wie sie sich überwiegend aufgrund der neuen Studien darstellen.

**Tabelle 1: Pyrethrum – Zusammenfassung der toxikologisch relevanten Daten**

#### **Absorption, distribution, excretion and metabolism in mammals**

Rate and extent of absorption:

Immediately (peak between 5 and 8 h) and nearly complete (> 90 %) in rats
---

Distribution:

Widely distributed in rats, highest concentrations in fat
---

Potential for accumulation:

None
------

Rate and extent of excretion:

Nearly complete excretion in urine (32-47 % and 50-57 % in male and female rats) and in faeces
--

Metabolism in animals	Extensively metabolized in rats, six metabolites identified; two major metabolic pathways.
Toxicologically significant compounds (animals, plants and environment)	Parent compound and metabolites

### Acute toxicity

Rat LD <sub>50</sub> oral	> 1200 mg/kg bw
Rat LD <sub>50</sub> dermal	> 2000 mg/kg bw
Rat LC <sub>50</sub> inhalation	> 3.4 mg/l air (4 h)
Skin irritation	None in rabbits
Eye irritation	None in rabbits
Skin sensitization (test method used and result)	Not a sensitizer (Buehler test in guinea pigs)

### Short term toxicity

Target / critical effect	Liver (mice, rat,dog), erythrocytes (rat, dog), kidney (rat)
Lowest relevant oral NOAEL / NOEL	90-day, dog: 600 ppm (18 mg/kg bw per day)
Lowest relevant dermal NOAEL / NOEL	3-week, rabbit: > 1000 mg/kg bw per day
Lowest relevant inhalation NOAEL / NOEL	Three-month, rat: 0.01 mg/l air

### Genotoxicity

No genotoxic or mutagenic potential identified
--

### Long term toxicity and carcinogenicity

Target/critical effect	Liver
Lowest relevant NOAEL / NOEL	Two-year, rat: 100 ppm (4 mg/kg bw per day)
Carcinogenicity	<b>Increased tumour incidences in liver, thyroid, skin (rats), and lungs (mice), threshold phenomena of negligible relevance to the low doses to which humans are exposed.</b>

**Reproductive toxicity**

Reproduction target / critical effect

Reproductive effects (reduced pup body weights) at parentally toxic doses

Lowest relevant reproductive NOAEL / NOEL

Rat: 100 ppm (10 mg/kg bw per day)

Developmental target / critical effect

No developmental effects at maternally toxic doses

Lowest relevant developmental NOAEL / NOEL

Rat: 75 mg/kg bw per day

**Neurotoxicity / Delayed neurotoxicity**

Target/critical effect

Acute clinical disorders and behavioural effects

Acute neurotoxic NOAEL / NOEL

Rat: 20 mg/kg bw

**Other toxicological studies**

Induction of hepatic microsomal activity

**Medical data**

Available human data do not show any causal relationships between exposure to modern pyrethrin-containing products and significant adverse health effects.

**Summary**

	Value	Study	<u>Safety</u> factor
ADI	0.04 mg/kg bw	Long-term toxicity, rats	100
AOEL systemic	0.2 mg/kg bw	1yr & 90d dog (no correction))	100
ARfD (acute reference dose)	0.2 mg/kg bw	Acute neurotoxicity, rats	100

**Dermal absorption**

No data, 10 % default value

**Classification and proposed labelling**

with regard to toxicological data

No classification necessary

Bei akuter Exposition stehen neurotoxische Wirkungen im Vordergrund. Diese treten auch in Dosierungen auf, die erheblich unter den in "klassischen" akuten Toxizitätsstudien ermittelten Effektdosen liegen. Bei wiederholter Verabreichung von Pyrethrum betreffen die toxikologisch relevanten Wirkungen dagegen vorrangig die Leber.

Nach oraler Aufnahme wird Pyrethrum zu mehr als 90 % aus dem Verdauungstrakt absorbiert, im Organismus verteilt und rasch wieder ausgeschieden. Diese Untersuchungen wurden allerdings nur mit den Typ I-Pyrethrinen durchgeführt. Alle Pyrethrine werden in hohem Maße metabolisiert. Ohne Berücksichtigung spezieller neurotoxischer Effekte ist Pyrethrum von geringer akuter Toxizität. Die Substanz ist nur wenig haut- und augenreizend und wirkt nicht sensibilisierend. Früher waren in Chrysanthemextrakten häufig Flavonoide enthalten, die Allergien ausgelöst haben.

Effekte auf das Hauptzielorgan, die Leber, manifestierten sich in subchronischen und Langzeitstudien an Mäusen, Ratten und Hunden in biochemischen Veränderungen, einer Erhöhung des Organgewichtes und histopathologischen Befunden. In den meisten Studien kam es in den höheren Dosierungen auch zu einer Verringerung des Körpergewichtes bzw. zumindest der Körpergewichtszunahme. Die bei Ratten und Mäusen unter Langzeitgabe beobachteten Tumoren stellen nach Auffassung des Expertengremiums von WHO und FAO aufgrund des zugrundeliegenden Mechanismus und wegen des hohen Abstandes zu der zu erwartenden Exposition des Menschen keine Gefährdung dar. Allerdings sind zur weiteren Absicherung noch zusätzliche mechanistische Studien gefordert worden, ebenso wie eine Untersuchung zur Mutagenität in Säugerzellen. Die bisher vorliegenden Daten zur Mutagenität haben keine Hinweise auf ein genotoxisches Potential ergeben. Pyrethrum stellt kein reproduktionstoxisches Risiko dar und wirkt nicht teratogen.

Aufgrund des spezifischen neurotoxischen Wirkmechanismus wurde die "Akute Referenzdosis" für den Menschen auf der Basis spezieller Neurotoxizitätsstudien abgeleitet.

### **NeemAzal**

Hinsichtlich der Neem-Produkte wird als Beweis für ihre grundsätzliche gesundheitliche Unbedenklichkeit häufig damit argumentiert, dass Öl aus den Samen des Neem-Baumes und Tee aus Neemblättern seit Jahrhunderten in Indien und anderen Ländern als Heilmittel eingesetzt würden. Sie finden dort in der Tat u. a. bei Fieber, Atemwegserkrankungen, parasitären und rheumatischen Erkrankungen, als Mittel zur Wundheilung sowie allgemein als "Gesundheitsstärkungsmittel" Anwendung. Neuere Veröffentlichungen weisen darüber hinaus auch auf antidiabetische und entzündungshemmende, antibakterielle, fungizide sowie antivirale bzw. virustatische Wirksamkeit hin. Eine von uns durchgeführte Literaturrecherche ergab jedoch auch wissenschaftlich gut belegte Hinweise auf schwere Nebenwirkungen nach oraler Aufnahme von Neemöl zu therapeutischen Zwecken, auf eine mögliche Beeinträchtigung der männlichen Fertilität sowie kontrazeptive und abortive Wirkungen. Damit wurde einmal mehr die Notwendigkeit einer umfassenden toxikologischen Prüfung von Gemischen von Neem-Inhaltsstoffen vor ihrem Einsatz im Pflanzenschutz bestätigt. Die entsprechenden Untersuchungen wurden von der Firma Trilolio-M in Auftrag gegeben und in verschiedenen Auftragsinstituten, vorrangig in Großbritannien und Indien, durchgeführt. Prüfsubstanzen waren NeemAzal, ein Neemkernextrakt mit ca. 34 %igem Anteil an Azadirachtin A, und einige seiner Formulierungen.

Dem Ausschluss schwerwiegender akut-toxischer Effekte nach versehentlicher oder beabsichtigter oraler Aufnahme von PSM auf Neem-Basis bzw. nach einer möglichen Exposition über Rückstände in Nahrungsmitteln kommt besondere Bedeutung zu, da aus asiatischen Ländern über zum Teil tödliche bzw. von irreversiblen Gehirnschäden gefolgte Intoxikationen mit dem auch als

“Margosa-Öl“ bezeichneten Neemkern-Öl bei Kindern berichtet wurde. Diese Vergiftungsfälle ereigneten sich in unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang von wenigen Minuten bis zu einigen Stunden nach der Einnahme von Neem-Öl zur Behandlung verschiedener, häufig eher banaler Erkrankungen. Das klinische Bild war von initialem Erbrechen, Krampfanfällen und schließlich einer metabolischen Azidose mit Koma geprägt. Nach tödlichem Verlauf wurden bei der Autopsie zumeist Schädigungen der Leber und des Gehirns festgestellt. Die Häufigkeit des Auftretens solch schwerwiegender Nebenwirkungen kann nicht sicher beurteilt werden. Zwar wird in einzelnen Veröffentlichungen eine relativ hohe Fallzahl genannt, wenn etwa über 60 Kinder mit nachgewiesener oder vermuteter Intoxikation berichtet wird, die im Laufe von 5 Jahren allein in einer Klinik im indischen Madras behandelt wurden, doch kann auch eine weit verbreitete Anwendung von Neem-Öl als Heilmittel im südlichen Asien vermutet werden, so dass die scheinbar hohe Inzidenz unter Umständen zu relativieren ist. Die klinischen Symptome, ihr Auftreten nur bei Kindern und häufig im Gefolge einer vorausgegangenen Infektion sowie die pathologischen Befunde erinnern an das auch in Europa vorkommende, aber relativ seltene Reye-Syndrom, eine sehr gefährliche Erkrankung, die zumeist im Zusammenhang mit einer Virusinfektion wie Grippe oder Windpocken nach Verabreichung bestimmter Medikamente, beispielsweise von Aspirin<sup>®</sup>, auftritt. Dies ist auch der Grund, weshalb Kinder und Jugendliche möglichst keine Medikamente auf Basis der Acetylsalicylsäure erhalten sollten. Tatsächlich konnte bei Ratten mit Neem-Öl ein “Reye-like-Syndrom“ experimentell erzeugt werden, allerdings nur nach zweimaliger intraperitonealer Injektion, nicht aber nach oraler Verabreichung über eine Schlundsonde. Die eigentlich toxische Substanz im Stoffgemisch wie auch die Pathogenese der Intoxikation sind bis heute unbekannt. Die in der Literatur ebenfalls beschriebenen kardiovaskulären Wirkungen sind nur nach Aufnahme relativ großer Mengen von Blattextrakten bzw. Tee aus Neemblättern aufgetreten und waren daher für die Risikobewertung eines PSM auf Neembasis nicht relevant.

Aus den im Zulassungsverfahren vorgelegten Untersuchungen haben sich keine Hinweise auf ein akut-toxisches Risiko von NeemAzal und seiner Formulierung *NeemAzal-T/S* mit ca. 1 %igem Azadirachtin-A-Anteil ergeben.

**Tabelle 2: Angaben zur akuten Toxizität einschließlich haut- und augenreizender sowie hautsensibilisierender Wirkung von NeemAzal**

**Acute toxicity**

Rat LD <sub>50</sub> oral	>5000 mg/kg bw
Rabbit LD <sub>50</sub> dermal	>3000 mg/kg bw
Rat LC <sub>50</sub> inhalation	>0.72 mg/l
Skin irritation	Very mild irritant
Eye irritation	Very mild irritant
Skin sensitization (test method used and result)	Sensitizer (Test nach Magnusson & Kligman); <b>R 43</b>

NeemAzal wie auch die Formulierung *NeemAzal-T/S* waren bei einmaliger Verabreichung von geringer akut-oraler, dermaler und inhalativer Toxizität. Dagegen erbrachte die Prüfung einer anderen Formulierung (*Neemazal-F*) trotz ähnlicher Zusammensetzung Hinweise auf eine erheblich höhere akut-orale Toxizität, die sich in Todesfällen in den oberen Dosierungen und einem weiten Spektrum von klinischen Vergiftungssymptomen und pathologischen Befunden an verschiedenen Organen manifestierte. Aufgrund der ungünstigen Toxizitätsdaten, auch im aquatischen Bereich, wurde die Entwicklung dieser Formulierung nicht weiter verfolgt.



Allerdings wurde *NeemAzal-F* in Versuchen zur Reproduktionstoxizität bei Ratten und in einer Langzeitstudie an Mäusen eingesetzt und deckt damit einen "worst case" ab. In keinem Fall traten in den toxikologischen Studien Symptome auf, die dem bei Kindern beobachteten und im Tierversuch experimentell reproduzierten klinischen Bild einer dem Reye-Syndrom ähnlichen Intoxikation geähnelt hätten.

Da auch in Untersuchungen an anderen, mehr oder minder gut definierten Neem-Inhaltsstoffen keine entsprechenden Beobachtungen gemacht wurden (JACOBSON 1995), scheint die Hypothese berechtigt, dass die akute Toxizität von ungereinigtem Neem-Öl entweder auf einen (noch unbekannt) Inhaltsstoff zurückzuführen ist, der bei der Extraktion und weiteren Verarbeitung entfernt wird, oder aber auf eine Kontamination etwa mit Aflatoxinen. Gerade letztere Möglichkeit erscheint durchaus plausibel, da in ungereinigtem Neem-Öl z. B. die Aflatoxine B und G in Konzentrationen von 250 - 1000 µg/kg nachgewiesen worden sind. Diese Mykotoxine wirken bereits in relativ geringen Dosierungen akut toxisch, wobei die Leber das wichtigste Zielorgan ist und es zum Leberversagen kommen kann. Zur größeren Sicherheit bei der Anwendung von Neem-Produkten, nicht zuletzt auch als Arzneimittel, wäre es natürlich wünschenswert, den Ursachen der Vergiftungsfälle beim Menschen wissenschaftlich weiter nachzugehen.

Hinsichtlich der haut- und augenreizenden Wirkung schneidet die inzwischen als PSM zugelassene vorgesehene Formulierung *NeemAzal-T/S* im Vergleich zu *NeemAzal* besser ab. So war sie nicht augenreizend und rief nur eine leichte Rötung der Haut hervor. Im Unterschied zum Ausgangsmaterial *NeemAzal* wirkte sie auch nicht sensibilisierend, wie durch negative Ergebnisse sowohl im Buehler-Test als auch in dem als erheblich sensibler betrachteten Maximierungstest nach Magnusson und Kligman nachgewiesen werden konnte. Darüber hinaus haben inzwischen vorliegende Untersuchungen zur Eignung von Präparaten mit gleicher Zusammensetzung wie *NeemAzal-T/S* zur Bekämpfung von Ektoparasiten bei Menschen und Haustieren die gute dermale Verträglichkeit bestätigt.

Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, erbrachten auch die Untersuchungen zur (sub)chronischen Toxizität, Kanzerogenität und Reproduktionstoxizität keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Risiken bei praxisrelevanten Expositionen.

**Tabelle 3: Ergebnisse der Prüfung der subchronischen, Langzeit- und reproduktionstoxizität von Neemextrakt (NeemAzal) einschließlich der Beurteilung von Kanzerogenität und Teratogenität**

**Short term toxicity**

Target / critical effect

Liver and thyroid: organ weight↑; blood coagulation impaired; bw and food consumption↓
--

Lowest relevant oral NOAEL / NOEL

90 d oral, rat: 100 ppm (7.7 mg/kg bw/d)
--

**Long term toxicity and carcinogenicity**

Target/critical effect

Haematological changes; testis weight↓
--

Lowest relevant NOAEL / NOEL

18 mo, mouse: 100 ppm (ca. 10 mg/kg bw/d)
---

Carcinogenicity	No evidence of a carcinogenic potential
-----------------	---

### Reproductive toxicity

Reproduction target / critical effect	No evidence of reproductive effects
Lowest relevant reproductive NOAEL / NOEL	5000 ppm (ca. 250 mg/kg bw/d) for reproduction and offspring, 200 ppm (ca. 10 mg/kg bw/d) for parental toxicity
Developmental target / critical effect	No developmental toxicity or teratogenicity
Lowest relevant developmental NOAEL / NOEL	50 mg/g bw/d (rat, oral)

In den Langzeitstudien an Ratte und Maus ergaben sich keine Hinweise auf ein kanzerogenes Potential. Diese Feststellung wird zusätzlich durch die Ergebnisse der Mutagenitätsprüfung unteretzt. In keiner der bisher vorgelegten Untersuchungen an Bakterien und Säugerzellen *in vitro* oder an Mäusen *in vivo* wirkte NeemAzal genotoxisch. Diesen Befunden kommt besondere Bedeutung zu, weil in der Literatur beschriebene zytotoxische Effekte bestimmter Neem-Inhaltsstoffe einerseits auf eine mögliche antineoplastische Wirksamkeit, andererseits aber eben auch auf eine tumorauslösende Potenz hindeuten könnten. Außerdem wurde für Azadirachtin A aufgrund einer computergestützten molekularen Strukturanalyse eine mögliche kanzerogene Wirkung vermutet, die in den entsprechenden Experimenten aber keine Bestätigung fand.

In den tierexperimentellen Untersuchungen zur Reproduktionstoxizität wurden keine Beeinträchtigung der Fertilität, keine kontrazeptive Wirkung und keine Störungen der Gravidität festgestellt. Für Neem-Öl und Extrakte aus Blättern sind dagegen bei Versuchstieren einschließlich Affen spermizide und abortive Wirkungen, wahrscheinlich aufgrund immunologischer Mechanismen, beschrieben, deren mögliche Übertragbarkeit auf den Menschen zumindest in Indien Gegenstand der Forschung ist. Gerade im Bereich der Reproduktionstoxizität wird die Ambivalenz der Beurteilung deutlich: während in Indien die beschriebenen Effekte als Erweiterung der Möglichkeiten einer selbstbestimmten Geburtenkontrolle durchaus erwünscht sind, müssen dieselben Befunde bei einem PSM als Hinweise auf ein gesundheitliches Risiko betrachtet werden. Für NeemAzal ist eine solche Gefährdung jedoch aufgrund der vorliegenden Versuchsergebnisse nicht anzunehmen.

Auf der Basis der toxikologischen Studien wurden für NeemAzal folgende toxikologische Grenzwerte sowie eine Einstufung bezüglich der hautsensibilisierenden Wirkung abgeleitet:

**Tabelle 4: NeemAzal – Grenzwerte, Einstufung und Kennzeichnung**

Summary	Value	Study	Safety factor
ADI	0.1 mg/kg bw	Multigeneration, rat; carcinogenicity, mouse; 90 d oral, rat	100
AOEL* systemic	0.1 mg/kg	Multigeneration, rat; carcero-	100

	bw/d	genicity, mouse; 90 d oral, rat	
ARfD (acute reference dose)	No risk to consumers via acute residue exposure.		

### Classification and proposed labelling (Annex IIA, point 10)

with regard to toxicological data

R 43
------

\* Acceptable operator exposure level

Untersuchungen zur Kinetik, zum Metabolismus und zur dermalen Absorption von *NeemAzal* liegen bisher nicht vor. Für analytische Zwecke erscheint es zwar gerechtfertigt, Azadirachtin A als "Leitsubstanz" zu betrachten, doch muß berücksichtigt werden, dass diese Verbindung nur zu einem Anteil von ca. 34 % in technischem *NeemAzal* enthalten ist. Informationen zur Absorption, Verteilung und Ausscheidung sowie zum Metabolismus der sonstigen Inhaltsstoffe würden weiterhin fehlen. Dies ist insbesondere von Bedeutung, weil die toxikologischen Daten in ihrer Gesamtheit darauf hindeuten, dass Azadirachtin A nicht für die beobachteten gesundheitlich relevanten oder bedenklichen Effekte verantwortlich ist. Wenn sich allerdings die Analytik an dieser Substanz orientiert, muss der ADI-Wert für *NeemAzal* entsprechend ihres quantitativen Anteiles angepasst werden.

Aufgrund der Ergebnisse aus validen toxikologischen Studien ist für *NeemAzal-T/S* kein gesundheitliches Risiko für Anwender und Verbraucher anzunehmen. Diese Aussage gilt jedoch nur für Formulierungen mit zumindest annähernd gleicher Zusammensetzung und kann nicht auf andere *Neem*-Produkte übertragen werden. Voraussetzung für eine sichere Anwendung von Mitteln auf Naturstoffbasis wie *NeemAzal* ist in jedem Fall, dass das PSM mit dem toxikologisch geprüften identisch ist und dass von Seiten des Herstellers seine gleichbleibende Zusammensetzung und Qualität garantiert werden kann.

Als größtes potentiell gesundheitliches Risiko beim Einsatz von *Neem*-Produkten muss ihre mögliche Kontamination mit Aflatoxinen angesehen werden. Neben den bereits erwähnten akuten Intoxikationen besteht bei einer oralen Exposition des Menschen gegenüber Aflatoxinen ein erhebliches Risiko für zirrhotische Veränderungen der Leber und die Auslösung von Tumoren. Daher werden auch alle Chargen von *NeemAzal-T/S* auf ihren Aflatoxingehalt hin geprüft. Der Grenzwert für den Ausschluss einer Charge von 4 µg/kg entspricht den Bestimmungen der deutschen Aflatoxinverordnung. Diese vom Hersteller vorgeschlagene und vom BgVV im Zulassungsverfahren als unbedingt erforderlich festgeschriebene Vorgehensweise sollte aus Vorsorgegründen auch bei anderen Produkten auf *Neem*-Basis praktiziert werden.

### Literatur

JACOBSON, M. (1995): Toxicity to vertebrates. In: SCHMUTTERER, H. [ed.] *The neem tree*. pp. 484-495, VCH Verlagsgesellschaft Weinheim.

JMPR (1999): Pyrethrum extract (Pyrethrins). In: Pesticide residues in food – 1999. Report of the Joint Meeting of the FAO panel of experts on pesticide residues in food and the environment and the WHO core assessment group on pesticide residues (JMPR, Rome, Italy, 20-29 September 1999), pp. 183-188.

NIEMANN, L. UND HILBIG, V. (2000): Die gesundheitliche Bewertung des Einsatzes von Naturstoffen im Pflanzenschutz am Beispiel von *Neem*kernextrakten. *Gesunde Pflanzen*, 52, 135-141.

## **Rückstandssituation bei neem- und pyrethrinhaltigen Pflanzenschutzpräparaten**

Liane Hüther

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe Chemische Mittelprüfung,  
Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig

Biologische Pflanzenschutzmittel und ihre Wirkstoffe fallen ebenso wie chemische Pflanzenschutzmittel unter die Bestimmungen der EU-Richtlinie 91/414/EWG [Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG), ABl. Nr. L 320 vom 19.08.91, Seite 1].

Die Voraussetzung für die Zulassung neem- und pyrethrinhaltiger Pflanzenschutzmittel ist somit, dass der vollständige Datensatz im Sinne dieser Richtlinie vorliegt. Abweichungen davon können nur in wissenschaftlich begründeten Ausnahmefällen akzeptiert werden.

### **Datenanforderungen nach Anhang II Teil A Nr. 6 und Anhang III Teil A Nr. 8**

In Anhang II Teil A Nr. 6 und Anhang III Teil A Nr. 8 dieser Richtlinie (Richtlinie 96/68 der Kommission vom 21. Oktober 1996 zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln, ABl. Nr. L 277 vom 30.10.96, Seite 25) sind die Datenanforderungen für den Bereich *Rückstandsverhalten* festgelegt. Hier werden als eine wesentliche Basisstudie Metabolismusuntersuchungen an Pflanzen mit radioaktiv markierten Wirkstoffen gefordert. Diese Untersuchungen sollen u. a. Aufschlüsse über

- die Aufnahme des Wirkstoffes durch die Pflanze,
- die Höhe und Verteilung der radioaktiven Rückstände in den einzelnen Pflanzenteilen,
- Abbauege des Wirkstoffes und
- Metaboliten

geben.

Auf der Grundlage dieser Untersuchungen wird eine Rückstandsdefinition vorgeschlagen, die in den meisten Fällen den unveränderten Wirkstoff und gegebenenfalls ein oder mehrere Metaboliten einschließt. Bei den darauf aufbauenden Rückstandsuntersuchungen in Pflanzen wird die Höhe der Rückstände im Sinne der Rückstandsdefinition bestimmt, die nach der vorgesehenen Anwendung des Pflanzenschutzmittels (kritische GAP) in Pflanzen bzw. Pflanzenteilen auftreten. Es werden Wartezeiten zwischen letzter Behandlung und Ernte sowie Rückstandshöchstmengen vorgeschlagen.

Treten Rückstände  $\geq 0.1$  mg/kg in Kulturen oder Teilen von Kulturen auf, die als Futtermittel verwendet werden können, so sind Metabolismusuntersuchungen an landwirtschaftlichen Nutztieren - üblicherweise an Milchziegen oder Milchkühen und Legehennen - mit radioaktiv markiertem Wirkstoff durchzuführen. Diese Studien liefern Informationen über die Ausscheidungsgeschwindigkeit des radioaktiv markierten Wirkstoffes über Milch, Eier und Exkremete bzw. über seine Akkumulation in tierischem Gewebe und über die Art und Höhe der Rückstände in Lebensmitteln tierischer Herkunft. Auf dieser Grundlage wird eine Rückstandsdefinition für Lebensmittel tierischer Herkunft vorgeschlagen. Ergibt sich aus diesen Untersuchungen der Hinweis, dass unter Zugrundelegen der tatsächlich zu erwartenden Rückstandssituation im Futter in irgendeinem Gewebe (Fleisch, Fett, Leber, Niere, Milch, Eier) Rückstände  $> 0.01$  mg/kg zu erwarten sind, so sind Fütterungsstudien mit Milchkühen und Legehennen durchzuführen. Dabei werden die Rückstände an Wirkstoff und/oder Metaboliten im Sinne der Rückstandsdefinition für Lebensmittel tierischer Herkunft untersucht und Rückstandshöchstmengen für diese Produkte vorgeschlagen.

Haben die Rückstandsuntersuchungen an Pflanzen gezeigt, dass in verzehrbaren Teilen der Kultur Rückstände  $> 0.1 \text{ mg/kg}$  auftreten, so sind Verarbeitungsstudien durchzuführen, es sei denn,

- die Pflanze oder das Pflanzenerzeugnis wird meist roh verzehrt oder
- der Gesamt-TMDI<sup>1</sup>-Wert beträgt weniger als 10 % des ADI<sup>2</sup>-Wertes.

Verarbeitungsstudien gliedern sich in zwei Teile. Im ersten Teil wird in Form von Hydrolysestudien mit radioaktiv markiertem Wirkstoff in wässriger Lösung geprüft, ob sich aus den Rückständen während der Verarbeitung Abbau- oder Reaktionsprodukte bilden, für die eine gesonderte Risikobetrachtung erforderlich sein könnte. Im zweiten Teil wird die quantitative Verteilung der Rückstände in unterschiedlichen Zwischen-, End- und Abfallprodukten untersucht und es werden Übergangsfaktoren ermittelt. Die Studien sollen die üblichen Verarbeitungsverfahren im Haushalt und/oder die aktuellen industriellen Verarbeitungsprozesse repräsentieren.

Nachbauuntersuchungen sind notwendig, wenn Rückstände von mehr als 10 % des eingesetzten Wirkstoffs im Boden oder Pflanzenmaterial – wie Stroh – bis zur Aussaat oder bis zum Auspflanzen der Nachbaukulturen verbleiben und bei diesen zu Rückständen führen können. Als ein Kriterium für die Notwendigkeit dieser Studien wird der DT90-Wert aus dem Bereich *Verbleib im Boden* herangezogen. Auf Nachbaustudien kann verzichtet werden, wenn innerhalb von 30 Tagen mehr als 90 % des Wirkstoffes und seiner Metaboliten im Boden abgebaut werden.

Die Ergebnisse aller Studien werden schließlich für eine Abschätzung des Risikos für den Verbraucher durch Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft herangezogen.

### **Rückstandssituation und Zulassungsvoraussetzungen für neemhaltige Pflanzenschutzmittel**

Weder für Azadirachtin A, der Hauptkomponente des Neemextraktes, noch für andere Neeminhaltsstoffe liegen die grundlegenden Metabolismusstudien an Pflanzen im Sinne der EU-Richtlinie 91/414/EWG vor. Es gibt lediglich eine Reihe von Untersuchungen, die Hinweise auf das Verhalten von Azadirachtin A in und auf Pflanzen liefern (KLEEBERG 1992; OTTO 1994; ASHER et al. 1993; WITT 1994; HUMMEL & KLEEBERG 1997):

Untersuchungen zur Abbaugeschwindigkeit von Azadirachtin A nach Applikation des Pflanzenschutzmittels NeemAzal auf Blätter und Äpfel zeigten einen schnellen „Abbau“, mit einer Halbwertszeit von etwa 1 Tag auf Äpfeln und Kartoffelblättern bzw. 7 – 10 Tagen auf Kohlblättern, Apfelblättern und Böden. Die Beobachtung, dass der „Abbau“ in/auf Blättern schneller erfolgt als der thermische oder hydrolytische Abbau in flüssigem Medium führte zu der Vermutung, dass Enzymsysteme in den Blättern am Abbau von Azadirachtin A beteiligt sind.

Rückstandsuntersuchungen zeigten, dass Azadirachtin A innerhalb weniger Stunden nach Spritzapplikation zu einem gewissen Anteil in die Blätter eindringt. Nach der Behandlung von Apfelblättern wurden 62 % der Wirkstoffrückstände auf der Blattoberfläche nachgewiesen, 38 % waren in die Blätter eingedrungen. Weitere Studien haben gezeigt, dass Neeminhaltsstoffe über Wurzeln und Stämme aufgenommen werden können, außerdem wurde ein basi-petaler Transport der Komponenten in der Pflanze festgestellt.

Da die letztgenannten Beobachtungen auf ein systemisches Verhalten des Neemextraktes hinweisen, könnte der beobachtete „Abbau“ von Azadirachtin A in/auf Blättern und Früchten auch

<sup>1</sup> Theoretical Maximum Daily Intake

<sup>2</sup> Acceptable Daily Intake

die Folge eines Wirkstofftransportes in andere Pflanzenteile sein. Andererseits traten nur in den mit Neem behandelten Teilen der Kultur klare biologische Wirkungen auf (HUMMEL & KLEEBERG 1997) und nach der Behandlung von Kartoffelpflanzen waren keine Rückstände von Azadirachtin A in den Knollen festzustellen.

**Die bisher verfügbaren Untersuchungsergebnisse lassen somit keine eindeutigen Aussagen über das Verhalten von Azadirachtin A in und auf Pflanzen zu, und es ist nichts über Abbauewege, mögliche Metaboliten sowie das Verhalten der übrigen Neeminhaltsstoffe bekannt.**

„NeemAzal/T-S“ ist derzeit das einzige in Deutschland zugelassene neemhaltige Pflanzenschutzmittel. Zulassungen existieren für Anwendungen zu:

- Kartoffeln,
- Äpfeln,
- Schwarzem Holunder,
- Obstbau außer Erbeeren,
- Zierpflanzen und
- Ziergehölzen.

Rückstandsuntersuchungen liegen lediglich für Kartoffeln vor. In 5 Versuchen, davon 2 mit 10facher Aufwandmenge, mit Wartezeiten zwischen 1 und 77 Tagen sind in keinem Fall Rückstände von Azadirachtin A – der analytischen Leitsubstanz - oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0.01 mg/kg gefunden worden (HUMMEL & KLEEBERG 1997). Die übrigen zugelassenen Anwendungen wurden als nicht rückstandsrelevant beurteilt, da die Behandlungen vor der Blüte bis spätestens zur Zeit der Blüte erfolgen und zu diesem Zeitpunkt noch kein verzehrbare Teil der Pflanze vorhanden ist. Dabei wurde davon ausgegangen, dass Azadirachtin A nicht systemisch ist. Für Zierpflanzen und Ziergehölze sind keine Rückstandsuntersuchungen erforderlich.

Die Zulassung weiterer *nicht rückstandsrelevanter* Anwendungen in Zierpflanzen, Ziergehölzen und Obstkulturen vor der Blüte wäre aus Rückstandssicht schon jetzt möglich. Die Voraussetzung für die Zulassung *rückstandsrelevanter* Anwendungen ist jedoch die Vorlage weiterer Untersuchungen zum Metabolismus an Pflanzen. Damit sollten dann auch die Fragen zu klären sein,

- ob neben Azadirachtin A noch weitere Neem-Inhaltsstoffe in die Rückstandsdefinition für Pflanzen einbezogen werden müssen,
- ob Neem als systemisch einzustufen ist und wenn ja,
- ob der schnelle „Abbau“ von Azadirachtin A auf Blättern und Früchten tatsächlich ein Abbau oder lediglich ein Transport des Wirkstoffs in andere Pflanzenteile ist.

Inwieweit dann neben Rückstandsuntersuchungen in Pflanzen gegebenenfalls noch Verarbeitungsstudien, Untersuchungen an landwirtschaftlichen Nutztieren und Nachbauuntersuchungen notwendig werden, richtet sich nach der Höhe der Rückstände in der behandelten Kultur und im Boden und nach der Kulturart.

### **Rückstandssituation und Zulassungsvoraussetzungen für pyrethrumhaltige Pflanzenschutzmittel**

Die derzeit in Deutschland zugelassenen pyrethrumhaltigen Pflanzenschutzmittel enthalten Piperonylbutoxid als Synergisten, wobei Synergisten im nationalen Zulassungsverfahren wie

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe behandelt werden. Das bedeutet, dass auch für Piperonylbutoxid der vollständige Datensatz im Sinne der EU-Richtlinie 91/414/EWG erforderlich ist.

Weder für Pyrethrum noch für Piperonylbutoxid liegen Metabolismusuntersuchungen mit radioaktiv markierten Wirkstoffen an Pflanzen vor.

Aus der Literatur ist bekannt, dass Pyrethrine relativ instabil sind und leicht durch photolytische, oxidative und enzymatische Prozesse abgebaut werden können (BULLIVANT & PATTENDEN 1971; SASAKI et al. 1970; CASIDA et al. 1971). Rückstandsuntersuchungen haben gezeigt, dass bereits nach einem Tag nur noch die Hälfte bis 1/3 der Ausgangsmenge an Pyrethrum vorhanden ist. Als Hauptursache für den schnellen Abbau wird der relativ instabile Cyclopropanring angesehen. Ein photochemischer Abbau des Moleküls, ausgehend von diesem Ringsystem konnte bereits nachgewiesen werden (BULLIVANT & PATTENDEN 1971; SASAKI et al. 1970). Auf der Blattoberfläche wurden Abbauprozesse durch Esterspaltung und Methyloxydation beobachtet, außerdem treten Bindungsreaktionen mit Pflanzenbestandteilen auf (URANIA PFLANZENSCHUTZ GMBH, VETYL-CHEMIE GMBH UND W. NEUDORFF GMBH KG).

Der Abbau von Piperonylbutoxid erfolgt vor allem durch photolytische und auch durch enzymatische Prozesse. Beim photolytischen Abbau wird vermutlich zunächst die etherische Kette abgespalten, das verbleibende Ringsystem wird im Anschluss weiter abgebaut. Rückstandsuntersuchungen haben gezeigt, dass nach 7 Tagen in der Regel mehr als 90 % des Piperonylbutoxids abgebaut ist (URANIA PFLANZENSCHUTZ GMBH, VETYL-CHEMIE GMBH UND W. NEUDORFF GMBH KG).

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Höhe der Rückstände in verschiedenen Obst- und Gemüsekulturen nach Anwendung der in Deutschland zugelassenen pyrethrum- und piperonylbutoxidhaltigen Pflanzenschutzmittel. Für Kernobst, Steinobst und Beerenobst dürfen Flüssigformulierungen eingesetzt werden, für Gemüsekulturen sind zurzeit nur Stäube zugelassen. Die Wartezeiten zwischen letzter Behandlung und Ernte betragen 1 – 3 Tage.

**Tabelle 1: Rückstände und Wartezeiten nach Anwendung der zugelassenen pyrethrum- und piperonylbutoxidhaltigen Pflanzenschutzmittel in verschiedenen Obst- und Gemüsekulturen (URANIA PFLANZENSCHUTZ GMBH, VETYL-CHEMIE GMBH UND W. NEUDORFF GMBH KG)**

Kultur(Gruppe)	Aufwandmenge, kg ai/ha		Rückstände nach 1 – 3 Tagen, mg/kg		Wartezeit, Tage
	Pyrethrum	Piperonylbutoxid	Pyrethrum	Piperonylbutoxid	
Kernobst	0.06	0.24	0.01 – 0.10	<0.05 – 1.5	2
Steinobst	0.05 - 0.08	0.19 - 0.32	0.01 – 0.18	0.05 – 1.7	2
Beerenobst (außer Erdbeere)	0.04 - 0.06	0.14 - 0.24	<0.01 – 0.4	<0.02 – 0.87	2
Kohlrabi	0.075	0.25	<0.02	<0.01 – 0.07	3
Blumenkohl	0.075	0.212	0.07 – 10	0.4 – 43	3
Buschbohne	0.024 – 0.075	0.25 - 0.096	<0.01 - 0.06	<0.01 – 2.3	1
Tomate	0.075	0.212 – 0.25	<0.01 – 0.01	<0.01 – 0.25	2
Gurke	0.075	0.212	<0.02 – 0.36	0.33 – 1.0	2
Salat	0.075	0.25	<0.01 – 0.99	0.04 – 2.9	3
Kartoffel	0.07 – 0.08	–	<0.05	n.b.*	–
Spinat	0.075	0.25	<0.01 – 5.0	0.2 – 37	3
Porree	0.075	0.25	<0.01 – 11	5 – 44	3

\* nicht bestimmt



Da die Rückstandsversuche teilweise vor mehr als 20 Jahren durchgeführt wurden, entspricht die Qualität der Daten nicht in allen Fällen den heutigen Anforderungen. Das wird daran deutlich, dass die Bestimmungsgrenzen der verwendeten Analysemethoden teilweise um den Faktor 10 schwanken, oder dass häufig hohe Blindwerte aufgetreten sind. Somit können auch nicht grundsätzlich alle vorliegenden Rückstandsdaten für weitere Zulassungen verwendet werden.

Sofern eine ausreichende Anzahl an Rückstandsdaten für Pyrethrum und Piperonylbutoxid vorgelegt wird, können für den begrenzten Zeitraum, in dem die Hauptzulassungen noch bestehen, Genehmigungen für weitere Anwendungsgebiete erteilt werden. Die Voraussetzung für die Zulassung neuer pyrethrumhaltiger Pflanzenschutzmittel bzw. für eine Verlängerung bestehender Zulassungen ist jedoch auch hier, dass zunächst grundlegende Metabolismusstudien an Pflanzen für Pyrethrum und den Synergisten Piperonylbutoxid vorgelegt werden. Metabolismusuntersuchungen an landwirtschaftlichen Nutztieren und Fütterungsstudien sind bereits erarbeitet worden. Inwieweit dann neben weiteren Rückstandsuntersuchungen an Pflanzen auch noch Verarbeitungsstudien oder Nachbauuntersuchungen erforderlich sind, richtet sich nach den Rückständen in den behandelten Kulturen bzw. im Boden.

(Der Text gibt den Wissensstand zum Zeitpunkt des Fachgespräches wider.)

## Literatur

ASHER, K.R.S., KLEIN, M., MEISNER, J., BEN-MOSHE, E., CASPY, I. (1993): NeemAzal, an Insecticidal Formulation from Neem Seed Kernels Enriched with Azadirachtin, Controls Nymphs of the Onion Thrips, *Thrips tabaci*, on Systemic Application, *Hassadeh* 73, 11, 1262-1265, 1294

BULLIVANT, M.J., PATTENDEN, G. (1971): Photochemical decomposition of chrysanthemic acid and its alkyl esters, *Pyrethrum Post* 11, 2, 72-76

CASIDA, J.E., KIMMEL, E.C., ELLIOTT, M., JANES, N.F. (1971): Oxidative metabolism of pyrethrins in mammals, *Nature* 230, 326-327

Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG), ABl. Nr. L 320 vom 19.08.91, Seite 1

HUMMEL, E., KLEEBERG, H. (1997): Wirkung der Neem-Extraktformulierung NeemAzal-T/S auf die Grüne Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* im Labor (1995). In: (KLEEBERG, H., ZEBITZ, C.P.W. eds.): Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones, Proceedings of the 5<sup>th</sup> Workshop, Wetzlar, 22. - 25. Januar 1996

KLEEBERG, H. (1992): Properties of NeemAzal-F – a New Botanical Insecticide. In: OTTO, D., WEBER, B. (eds.): Insecticides: Mechanism of Action and Resistance, Intercept Ltd., Andover, UK, 87-94

KLEEBERG, H. (1992): The NeemAzal-Conception: Test of Systemic Activity. In: KLEEBERG, H. (ed.): Practice oriented results on use and production of Neem-ingredients and pheromones, 1. workshop, Trifolio-M, Lahnau, 5-16

OTTO, D. (1994): Systemic Effects of the Azadirachtin Preparation „NeemAzal-W“ on Larvae and Adults of *Leptinotarsa decemlineata*. In: KLEEBERG, H. (ed.): Practice oriented results on use and production of Neem-ingredients and pheromones, 3. workshop, Trifolio-M, Lahnau, 439-454

Richtlinie 96/68 der Kommission vom 21. Oktober 1996 zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln, ABl. Nr. L 277 vom 30.10.96, Seite 25

SASAKI, T., EGUCHI, S., OHNO, M. (1970): Studies on chrysanthemic acid, IV, Photochemical behaviour of chrysanthemic acid and its derivatives, *J. org. Chem.* 35, 790-793

WITT, T. (1994): Kontaktwirkung und systemische Wirkung von NeemAzal-T/S auf die Blattlaus *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), Diplomarbeit, FH Wiesbaden, Geisenheim

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens von der Firma Trifolio-M GmbH eingereichte Unterlagen

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens von den Firmen Urania Pflanzenschutz GmbH, Vetyl-Chemie GmbH und W. Neudorff GmbH KG eingereichte Unterlagen

## **Abschätzung des Rückstandsverhaltens von NeemAzal-T/S aus Analysen der Leitsubstanz Azadirachtin A**

B. Ruch und H. Kleeberg

Trifolio-M GmbH, Sonnenstr. 22, 35633 Lahnau

Azadirachtin A ist die analytische Leitsubstanz des Pflanzenschutzmittles NeemAzal-T/S und dessen Wirkstoffvariante NeemAzal. Zur Erhebung rückstandsrelevanter Daten wird der Abbau bzw. der Rückstand von Azadirachtin A in Erntegütern untersucht. Diese Rückstandsuntersuchungen basieren auf der Extraktion des Azadirachtin A aus der Pflanzenmatrix und anschließender HPLC-analytischer Bestimmung. Leider steht bisher nur diese konventionelle und zeitaufwendige Methode zur Verfügung. Daher scheint es sinnvoll nach Konzepten/Modellen zu suchen, die verlässliche Prognosen ermöglichen. Ansonsten könnten aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen in einigen Kulturen Zulassungen für NeemAzal-T/S nicht erfolgen, auch wenn die Anwendungsbereiche hinsichtlich der Wirksamkeit erfolgsversprechend scheinen (HUMMEL & KLEEBERG 2000).

Wir möchten ein grobes Konzept vorstellen und gehen dabei von folgenden Annahmen aus:

Ertrag (niedrige Schätzung):	10 Tonnen pro ha
Aufwandmenge NeemAzal-T/S:	3 Liter pro ha pro Behandlung, d. h. max. 120 g NeemAzal pro ha bzw. 30 g Azadirachtin A pro ha
Annahme	100 % des Wirkstoffes gelangen auf das Erntegut
max. Rückstandsmenge im Erntegut:	12 mg NeemAzal pro kg bzw. 3 mg Azadirachtin A pro kg

In unserem sehr groben Konzept teilen wir die Kulturen in zwei Gruppen ein. Zum einen haben wir die Gruppe A „Blattgemüse“ mit einer großen Oberfläche im Verhältnis zur Masse und zum anderen die Gruppe B „Fruchtgemüse & Obst“ mit einer geringen Oberfläche im Verhältnis zur Masse. Darüber hinaus spielt in dieser Gruppe B ein weiterer Faktor eine wichtige Rolle. Je nach Kultur wird ein Teil des Wirkstoffes auf die Blattmasse gesprüht, die nicht verzehrt wird. Ein Transport des Wirkstoffes von den Blättern in die Früchte ist nach allen Erfahrungen unwahrscheinlich. In der Gruppe „Blattgemüse“ finden sich bislang nur Daten von Blättern (s. Tab. 1), die nicht dem Verzehr dienen – es geht hier lediglich um das angesprochene Oberflächen/Massen-Verhältnis, das in verzehrbaren Kulturen wie z. B. Salat ähnlich sein sollte.

Zur Bestimmung einer Abbaureihe wurden die Kulturen meistens mit einem vielfachen der gebräuchlichen Aufwandmenge an NeemAzal-T/S behandelt, um aussagekräftige analytische Daten zu erhalten (s. Tab. 1).

**Tabelle 1: Experimentelle Rückstandsdaten von „Blattgemüse“ und „Fruchtgemüse & Obst“**

Matrix	Bestimmungsgrenze, BG: mg AzA/kg = ppm	Behandlung: % bzw. g/ha bzw. ppm	AzA nach Anwendung	Entspricht bei normaler Behandlungskonz. nach Anwendung:	Halbwertszeit
<b>„Blattgemüse“ = Gruppe A</b>					
Kartoffelblätter	4	5 % NA-T/S	Ø 25 ppm	1,5 ppm	t <sub>1/2</sub> = 23,6 h (1 Tag)
Tomatenblätter	5	5 % NA-T/S	35,3 ppm	2 – 3 ppm	t <sub>1/2</sub> = 27,0 h (1 Tag)
Apfelblätter	ca. 5	44 bzw. 435 ppm	23 ppm	(3 - 23 ppm)*	
Kastanienblätter				In Bearbeitung	
Fichtennadeln <sup>#</sup>		7; 15; 40 ppm		(4,3; 12,8; 28,8 ppm)* <sup>#</sup>	t <sub>1/2</sub> = 17-22 h (1 Tag)
Eichenblätter <sup>#</sup>		7; 15; 40 ppm		(10,5; 31,4; 96,2 ppm)* <sup>#</sup>	t <sub>1/2</sub> = 17-22 h (1 Tag)
				Ø ca. 3 ppm	Ø ca. 1 Tag
<b>„Fruchtgemüse &amp; Obst“ = Gruppe B</b>					
Kartoffel	0,01	15- 25- und 250 g AzA pro ha	<0,01 ppm	< 0,001 ppm	t <sub>1/2</sub> nicht bestimmbar
Apfel	0,014	3 % NA-T/S	0,7 ppm	0,07 ppm	t <sub>1/2</sub> = 1 Tag
	0,014	0,3 % NA-T/S			Ernte nach Behandlung: ca. 150 Tage, AzA<BG von 0,014 ppm
	0,024	0,1 % NA-T/S			12 Tage, AzA<BG von 0,024ppm
Tomate	0,1	5 % NA-T/S	0,5 ppm	0,05 ppm	t <sub>1/2</sub> = 3 Tage
		0,5 % NA-T/S	< 0,1 ppm	< 0,1 ppm	
				Ø < 0,1 ppm	1 bzw. 3 Tage

<sup>#</sup> K.M.S. SUNDARAM 1996, Behandlung mit Margosan-O<sup>®</sup>

\* untypische Behandlung im Labor

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass die Konzentration an Azadirachtin A auf den Kartoffel- und Tomatenblättern 1,5 bis 3 ppm entspricht. Die Konzentration auf den im Labor behandelten Apfelblättern (Tauchverfahren) und Eichenblättern sowie Fichtennadeln ist mit 10 bis 100 ppm wesentlich höher, da diese Blätter untypisch behandelt wurden (SUNDARAM 1996).

In der Gruppe B „Fruchtgemüse & Obst“ ist die Anfangskonzentration von Azadirachtin A mit kleiner als 0,1 ppm erwartungsgemäß wesentlich geringer.

Die Halbwertszeit von Azadirachtin A in dieser Gruppe wurde bislang nur für Apfel und Tomate bestimmt. Ebenso wie in der Gruppe „Blattgemüse“ beträgt  $t_{1/2}$  für Äpfel ca. einen Tag. Ergebnisse von Tomaten zeigen, dass der Abbau von Azadirachtin A mit einer Halbwertszeit von 3 Tagen etwas langsamer vonstatten geht.

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass für das „Blattgemüse“ (wir gehen von einer Anfangskonzentration von 3 ppm aus) eine Wartezeit von 10 Tagen voraussichtlich ausreicht, um zu Azadirachtin A Konzentrationen von unter 0,01 ppm (angestrebte analytische Bestimmungsgrenze – entsprechend Diätverordnung) zu gelangen.

Die Gruppe „Fruchtgemüse & Obst“ weist deutlich geringere Anfangskonzentration von Azadirachtin A gegenüber der Gruppe „Blattgemüse“ auf, die Wartezeit kann allerdings je nach Kultur unterschiedlich sein (s. Tab. 1). Die Halbwertszeit von Azadirachtin A auf/in Äpfeln ist mit einem Tag um ein Drittel kürzer als auf/in Tomaten. Die nach dem vereinfachten Schema (s. Tab. 2) abgeleitete Wartezeit erhöht sich daher um den Faktor drei, um die Grenze von 0,01 ppm zu unterschreiten. Bei Äpfeln sollten nach einer Wartezeit von etwa 4 Tagen und bei Tomaten nach etwa 10 Tagen die Azadirachtin A-Gehalte unterhalb 0,01 ppm liegen.

**Tabelle 2: Erwartete Zeitabhängigkeit der Rückstandsmenge**

Tag nach Behandlung		Rückstand	
Halbwertszeit 3 Tage	Halbwertszeit 1 Tag	„Blattgemüse“ [mg AzA/kg]	„Fruchtgemüse & Obst“ [mg AzA/kg]
0	0	3	0,1
3	1	1,5	0,05
6	2	0,75	0,025
9	3	0,4	0,0125
12	4	0,2	0,006
15	5	0,1	0,003
18	6	0,05	0,0015
21	7	0,025	0,0008
24	8	0,012	0,0004
18	9	0,006	---
20	10	0,003	---

## **Fazit**

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass Halbwertszeiten von Azadirachtin A auf Blättern bzw. Ernteprodukten in der Größenordnung von einem bis drei Tagen liegen. Unter Berücksichtigung der Ausgangskonzentrationen von Azadirachtin A auf/in den Pflanzen und den untoxischen Eigenschaften des Pflanzenschutzmittles NeemAzal-T/S (NIEMANN & HILBIG 2000) sowie seines Wirkstoffes NeemAzal sollten Wartezeiten etwa 10 Tage betragen, um Rückstände unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze und unter den nach der Diätverordnung zulässigen Höchstmengen zu erwarten.

Das hier dargestellte grobe Konzept enthält Vereinfachungen, die jedoch im Allgemeinen die Rückstandsbelastung überschätzen sollten. Bis zur Festlegung von Höchstmengen und Wartezeiten könnte das vorgestellte Verfahren eine Orientierung bieten. Die konkrete Rückstandssituation kann nur im Einzelfall anhand analytischer Ergebnisse festgelegt werden.

## **Literatur**

HUMMEL, E. & KLEEGERG, H. (2000): Anwendungsmöglichkeit von NeemAzal-T/S im Gemüsebau, dieser Band

NIEMANN, L. & HILBIG, V. (2000): Gesunde Pflanzen, 52. Jahrg., Heft 5

SUNDARAM, K. M. S (1996): J. Environ. Sci. HEALTH, B3 (14), 913-948

## **Zusammenfassung und Ausblick**

Erdmann Bode

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik. Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Messeweg 11 – 12, 38104 Braunschweig

### **Zusammenfassung**

Die Entwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik hat zur Folge, dass der seit Einführung der Zulassungspflichtigkeit für Pflanzenschutzmittel in Deutschland gesetzlich geforderte Nachweis der Zulassungsvoraussetzungen im Laufe der Zeit nur mit zunehmend höherem Aufwand für die Erarbeitung von Daten und Informationen erbracht werden kann. Bestehende Zulassungen zu erhalten wird folglich teurer, bisweilen aus wirtschaftlichen Überlegungen der Firmen zu teuer. In nicht wenigen Fällen verschwinden Mittel vom Markt, weil ihre Eigenschaften den modernen Anforderungen an Wirksamkeit und Unbedenklichkeit gegenüber Mensch, Tier und Naturhaushalt nicht genügen. Die Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln mit neuen Wirkstoffen wird aufwendiger. Deshalb, aber sicher auch aus firmenpolitischen Erwägungen heraus, beobachtet man seit einiger Zeit eine zunehmende Beschränkung bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln auf wirtschaftlich für die Zulassungsinhaber lukrative Anwendungsgebiete. Bekämpfungslücken entstehen, wobei die durch das Pflanzenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512) bedingte Ergänzung der früheren Vertriebszulassung um die "Indikationszulassung" (Anwendung eines Mittels nur in den bei der Zulassung festgesetzten Anwendungsgebieten) eine weitere Verschärfung bewirkt. Diese für die "konventionelle" Landwirtschaft bedenkliche Entwicklung wirkt sich ungleich stärker aus, wenn beispielsweise durch verbandsspezifische Regelungen für "integriert" wirtschaftende Betriebe oder Betriebe des "ökologischen Landbaus" zugelassene, d. h. den gesetzlichen Anforderungen genügende Pflanzenschutzmittel aus der Anwendung verbannt werden.

Es ist sicher eine wichtige Erkenntnis, die am Beginn des Fachgespräches herausgestellt wurde, dass entgegen der landläufigen Ansicht auch der "ökologische Landbau" nicht ohne Pflanzenschutz und Pflanzenschutzmittel auskommt. Durch die "Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel" (zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 14783/2000 der Kommission vom 30. Juni 2000 zur Änderung des Anhangs VI Teil C der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel) werden in Anhang II B für den Pflanzenschutz in der Regel solche Stoffe als zulässig erklärt, die außerhalb des "ökologischen Landbaus" keine oder nur eine relativ geringe Bedeutung haben. Die Erklärung der "Zulässigkeit" der Anwendung in der genannten "Öko-Verordnung" ersetzt jedoch nicht die Zulassung als Pflanzenschutzmittel nach den Anforderungen des Pflanzenschutzgesetzes. Angesichts der hohen, zum Nachweis der Zulassungsvoraussetzungen aufzuwendenden Kosten wird ein Pflanzenschutzmittelhersteller sein Augenmerk primär auf den Erhalt bestehender Zulassungen richten, die einen angemessenen Rückfluss der Investitionen durch Anwendungen auch außerhalb des "ökologischen Landbaus" versprechen, z. B. durch Einsatz im Haus- und Kleingartenbereich oder in der "konventionellen" Landwirtschaft. Entsprechendes gilt bei Entscheidungen zur Neuentwicklung von Produkten, so dass zulassungspflichtige Mittel für die ausschließliche Verwendung im "ökologischen Landbau" allenfalls in Ausnahmefällen Chancen haben werden. Hieraus erklärt sich, warum ein hohes Interesse seitens der Industrie und der "ökologischen"

Landwirtschaft daran bestehen muss, Wirkstoffe wie Pyrethrum und Azadirachtin für die Bekämpfung tierischer Schadorganismen zu erhalten, damit den Anbau zahlreicher Kulturpflanzen unter wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen weiterhin betreiben zu können und die Existenz der Betriebe zu sichern.

Es war die Absicht der Veranstalter dieses Fachgespräches, ein Forum zum Gedankenaustausch über die gegenwärtige und zukünftige Notwendigkeit dieser beiden Wirkstoffe und die mit ihrem Einsatz verbundenen Probleme aus den unterschiedlichen Blickwinkeln der Anwender, Mittelhersteller und der an der Zulassung beteiligten Behörden heraus zu bieten und darüber hinaus möglichst Lösungen für bestehende Problemfelder zu erarbeiten. Unter diesem Blickpunkt sollen einige wichtige Kernaussagen hervorgehoben werden:

Azadirachtin und Pyrethrum sind hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Wirkungsspektrums keinesfalls als austauschbar zu betrachten. Jeder Wirkstoff hat spezifische Vorteile. Wenn die gleichen Zielorganismen durch beide Wirkstoffe gleichermaßen gut bekämpft werden können, rechtfertigt die Notwendigkeit eines Resistenzmanagements ihre Verfügbarkeit.

Die zugelassenen Pflanzenschutzmittel mit Pyrethrum und Azadirachtin decken nicht alle in der Praxis erforderlichen Anwendungen ab. Durch die vom Gesetzgeber im geltenden Pflanzenschutzgesetz eröffnete Möglichkeit einer Genehmigung von zusätzlichen, bei der Zulassung nicht festgesetzten Anwendungsgebieten (§§ 18, 18 a Pflanzenschutzgesetz – PflSchG) bestehen gerade auch für den “ökologischen Landbau” gute Möglichkeiten, Pflanzenschutzprobleme zu lösen. In diesem Zusammenhang ist eine intensive Beteiligung der Verbände wichtig und hilfreich.

Auch Naturstoffe können Auswirkungen haben, die über eine negative Bewertung in einem wichtigen Prüfbereich (z. B. in Toxikologie oder Ökotoxikologie) eine Zulassungsentscheidung beeinflussen. Bei ernststen Schwierigkeiten könnte für eine im Einzelfall erforderliche Vertretbarkeitsabwägung die Definition von unverzichtbaren Anwendungen und die Betrachtung der Anwendung im Einzelfall (z. B. kleinräumige Anwendung, Randbehandlung, Technik) hilfreich sein. Diese Überlegungen sind speziell für den “ökologischen Landbau” wichtig, weil es eher unwahrscheinlich ist, dass schnell alternative Wirkstoffe entwickelt und in zugelassenen Mitteln zur Verfügung gestellt werden. Der Erhalt bestehender Zulassung ist von vorrangiger Bedeutung. Die Existenz des “ökologischen Landbaues” hängt auch an der Verfügbarkeit von Pyrethrum und Azadirachtin.

Die Entwicklungskosten für ein Pflanzenschutzmittel und die für den Nachweis der Zulassungsvoraussetzungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik vorzulegenden Unterlagen bedingen, dass außerhalb der Anwendung im “ökologischen Landbau” weitere, finanziell besonders attraktive Anwendungen (z. B. im Haus- und Kleingartenbereich) möglich sind. Dieses wurde besonders für Pyrethrum herausgestellt, weil hier wegen der teilweise veralteten Datenbasis erhöhte Aufwendungen zur Erarbeitung heutigen Ansprüchen genügender Daten und Informationen erforderlich sind.

Im Hinblick auf die Übereinstimmung der Eigenschaften des Prüfmittels mit dem Handelspräparat beispielsweise bezüglich Wirksamkeit, Wirkungssicherheit und Auswirkungen ist bei dem Zulassungsinhaber und Hersteller ein hohes Maß an Kenntnissen zur Qualitätssicherung erforderlich.

Eine frühzeitige Kontaktaufnahme und Abstimmung mit der Zulassungsbehörde wird dringend empfohlen, weil so eine an den Eigenschaften des Mittels bzw. Wirkstoffes ausgerichtete



Festlegung der zu erarbeitenden Unterlagen möglich wird. Weisen Prüfungen und Bewertungen beispielsweise im Prüfbereich "Naturhaushalt" auf unvertretbare Auswirkungen hin, können die für eine die Zulassungsfähigkeit eines Mittels entscheidend wichtigen geeigneten Risikominimierungsmaßnahmen besprochen werden.

### **Ausblick**

Azadirachtin und Pyrethrum sind in zulassungsfähigen Pflanzenschutzmitteln einsetzbar.

Bekämpfungslücken zu identifizieren und hierbei insbesondere Lösungen zur Lückenindikationsproblematik zu finden, ist auch für den "ökologischen Landbau" wichtig. Eine Arbeitsgruppe ist bereits tätig; eine erhöhte Aktivität der Verbände sollte erreicht werden.

Die gegenwärtige Datenbasis für Pyrethrum ist in Teilen veraltet (Naturhaushalt); die Entscheidung zur hinreichenden Wirksamkeit in manchen Anwendungen ist problematisch. Es wird empfohlen, im Hinblick auf die Formulierung der Anwendungsgebiete und zwecks Festlegung geeigneter Risikominimierungsmaßnahmen Kontakt zur Zulassungsbehörde aufzunehmen.

Im Hinblick auf eine Verbesserung der Wirksamkeit und eine Verminderung der Auswirkungen (Naturhaushalt) pyrethrumhaltiger Mittel wird mittelfristig eine adäquate Formulierungsänderung (z. B. Austausch des Synergisten Piperonylbutoxid) dringend empfohlen. Dieser Austausch liegt auch im Sinne des "ökologischen Landbaus".

Speziell für Pyrethrum sind im Zusammenhang mit den erforderlichen Risikominimierungsmaßnahmen die Anwendungsbedingungen der Mittel zu präzisieren.

Im Rahmen von Risikominimierungsmaßnahmen ist eine verbesserte Kenntnis zur Selektivität beider Wirkstoffe bezüglich der Nichtzielorganismen hilfreich. In diesem Zusammenhang ist das Erreichen einer Selektivität über den Mittelaufwand, aber auch aufgrund des jeweiligen Wirkmechanismus zu betrachten.

Aus toxikologischer Sicht bestehen bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung pyrethrumhaltiger Pflanzenschutzmittel keine Bedenken. Bezüglich Azadirachtin (bezogen auf den Extrakt von NeemAzal-T/S) kann man aufgrund der Datenlage davon ausgehen, dass keine negativen Effekte zu erwarten sind. Diese Bewertung lässt sich jedoch nicht auf andere Produkte übertragen (z. B. selbst hergestellte Produkte aus Samen des Niembaumes).

Eine Ausweitung der Zulassung von NeemAzal-T/S (Azadirachtin) in rückstandsrelevante Anwendungen ist an die Vorlage von Metabolismusstudien geknüpft. Hierzu (speziell zur Machbarkeit) werden Folgegespräche zwischen Zulassungsinhaber und Zulassungsbehörde empfohlen.

**Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:**

(PREPRINT) Kühne, S. (2001): Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze - Viertes Fachgespräch am 6. Juni 2000 in Darmstadt, " Azadirachtin und Pyrethrine ", Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt Heft 76, 2001, Saphir Verlag, D-Ribbesbüttel.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter <http://orgprints.org/00002133/> abgerufen werden.