

Kriterien für das Anwenderrisiko

Von Michael Kunde, Berlin*)

DK 632.934.1:331.43:932.913

Die Abschätzung der Gefahren für den Anwender beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ist Teil des Zulassungsverfahrens nach dem Pflanzenschutzgesetz. Die möglichen Schlußfolgerungen der gesundheitlichen Bewertung sind Verweigerung der Zulassung, Anwendungsbeschränkungen und Auflagen zu den Schutzmaßnahmen, die der Anwender zur eigenen Sicherheit zu ergreifen hat. Die Bedeutung dieser Entscheidungen erfordert eine ständige Aktualisierung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes und eine darauf basierende transparente und einheitliche Beurteilungspraxis. Die dafür herangezogenen Kriterien werden im Rahmen der behördlichen Entscheidungsstrategie diskutiert.

1. Einleitung

Pflanzenschutzmittel sind nach dem Pflanzenschutzgesetz vom 10. Mai 1968, zuletzt geändert durch das Gesetz zur Änderung des Pflanzenschutzgesetzes vom 16. Juni 1978, von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesgesundheitsamt zuzulassen. Das Bundesgesundheitsamt überprüft hierbei nach § 8 Abs. 1 Nr. 2 und 3 die gesundheitlichen Voraussetzungen für das Inverkehrbringen sowie für die bestimmungsgemäße und sachgerechte Anwendung eines Mittels für einen bestimmten Zweck.

Der Teilaspekt des Anwenderschutzes wirft dabei einige grundsätzliche Fragen auf, deren Beantwortung bereits Teil der Vereinbarungen für das Zulassungsverfahren ist, ohne die eine einheitliche Bewertungspraxis nicht auskommt:

- Wie soll der Anwender als Modell in der Risikobetrachtung charakterisiert werden?
- Welche Entscheidungshilfen können bei der Zulassung verwendet werden?
- Von welchen Voraussetzungen müssen die Behörden bei der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels ausgehen?
- Welche Nahziele zur Verbesserung des Anwenderschutzes sollen angestrebt werden?

2. Charakterisierung des Anwenders

Eine sachgerechte Beurteilung der Situation des Anwenders erfordert zunächst eine Vorstellung von dem zu berücksichtigenden Personenkreis. Dieser Kreis ist hinsichtlich Sachkunde, Sorgfalt, gesundheitlicher Eignung und Belastungsgrad sehr heterogen. Die Bandbreite reicht vom Balkongärtner bis zum gewerbsmäßigen Anwender von Pflanzenschutzmitteln. Vergleicht man die beiden Extreme miteinander, so ergibt sich folgendes Bild:

2.1 Privater Kleinanwender

Der Balkongärtner ist nach Alter und Gesundheitszustand nicht zu definieren. Man darf lediglich voraussetzen, daß er sich bewußt entschlossen hat, zugunsten eines erhofften Nutzens eine zusätzliche

*) Dr. M. Kunde ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Pflanzenbehandlungs-, Schädlingsbekämpfungs- und Holzschutzmittel des Max von Pettenkofer-Institutes des Bundesgesundheitsamtes, Berlin.

Belastung durch Fremdstoffe in Kauf zu nehmen. Das unterscheidet ihn vom normalen Verbraucher, der einem Kontakt mit Wirkstoffen von Pflanzenschutzmitteln über Rückstände in oder auf pflanzlichen Lebensmitteln nicht ausweichen kann. Sorgfalt und Sachkunde des Balkongärtners müssen gering eingeschätzt werden. Bestimmte Schutzmaßnahmen wird er oft mangels geeigneter Ausrüstung nicht einhalten können. Dafür findet die Anwendung nur gelegentlich statt. Der Umgang mit gefährlichen Konzentraten ist selten und erfolgt gegebenenfalls nur mit Kleinstmengen aus portionierten Packungen.

2.2 Gewerbsmäßiger Anwender

Der gewerbsmäßige Anwender ist der Unternehmer oder Arbeitnehmer im erwerbsfähigen Alter mit einem unauffälligen Gesundheitszustand. Als Arbeitnehmer unterliegt er der medizinischen Kontrolle nach der Arbeitsstoffverordnung. Seine Sachkenntnis und Sorgfalt werden durch regelmäßige Belehrungen über die Unfallverhütungsvorschriften der landwirtschaftlichen oder Gartenbau-Berufsgenossenschaften geprägt. Dafür kann seine Belastung durch Einwirken von Pflanzenschutzmitteln in der Hauptvegetationsperiode sehr hoch sein.

2.3 Modellfall Anwender

Trotz der günstigeren persönlichen Voraussetzungen wird der gewerbsmäßige Anwender insgesamt einer höheren Gefährdung aufgrund des Belastungsgrades unterliegen als der private Kleinanwender mit seiner schwer einzuschätzenden Empfindlichkeit gegen chemische Noxen jeder Art. Deshalb sollte die Situation des gewerbsmäßigen Anwenders als Modellfall für das Zulassungsverfahren angenommen werden. Die Gewährleistung seiner Sicherheit bedeutet dann gleichzeitig auch den Schutz des Kleinanwenders.

3. Entscheidungsgrundlagen

Die Bewertung eines Pflanzenschutzmittels hinsichtlich der Gesundheitsgefahren für den Anwender beruht auf der Abschätzung der möglichen Belastung seiner Person beim Umgang mit dem Mittel und der gleichzeitigen Berücksichtigung sämtlicher toxikologischer Eigenschaften der Inhaltsstoffe des Mittels.

3.1 Annahmen zur Exposition

Expositionsmessungen während der Durchführung chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen gehören in der Bundesrepublik Deutschland noch immer zu den Ausnahmen. Einschlägige Publikationen aus dem Ausland haben den Nachteil, daß die Randbedingungen der Messungen häufig nicht mitgeteilt werden, und daß sich solche Studien überwiegend auf außereuropäische Verhältnisse beziehen. Klimatische Faktoren, Anbauformen und bestimmte Anwendungstechniken können daher vielfach nicht als repräsentativ für hiesige Verhältnisse gelten. Deshalb kann diese Datenbasis nur im Sinne einer *worst-case*-Betrachtung ausgewertet werden. Daraus werden Annahmen zur Exposition abgeleitet, die solange ihre Gültigkeit behalten, bis sie durch geeignete Messungen abgelöst werden können.

Für die Durchführung von Expositionsmessungen gibt es Richtlinien-Vorschläge [1, 2], in denen die Randbedingungen der Erhebungen, die Probenahme und die Protokollierung des gesamten Ablaufs der Messung fixiert sind. Eine entsprechende verbindliche Vorschrift für die Bundesrepublik Deutschland ist in Vorbereitung, so daß künftig mit vergleichbaren Daten gerechnet werden kann.

3.2 Limitationen der toxikologischen Bewertung

Bei der gesundheitlichen Bewertung der angenommenen oder gemessenen Belastung des Anwenders stehen im Prinzip die Erfahrungen aus der Praxis im Vordergrund. Unerwünschte Auswirkungen können auf diese Weise jedoch erst erkannt werden, wenn ein Pflanzenschutzmittel bereits produziert und angewendet wird. Außerdem sind die Methoden der Epidemiologie und Gesundheitsstatistik offensichtlich wenig geeignet, etwaige verborgene Langzeitwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf den Menschen aufzuzeigen. Das Bundesgesundheitsamt ist aber verpflichtet, alle Risiken prospektiv abzuschätzen, und zwar auch dann, wenn ein Mittel einen völlig neuen Wirkstoff enthält. Aus diesem Grund haben die am Versuchstier gewonnenen toxikologischen Daten immer noch die höchste Bedeutung, obwohl die Diskussionen um den Tierschutz und die Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse vom Tiermodell auf den Menschen diese Bewertungsbasis ständig infrage stellen.

Zu akzeptieren ist jedoch der Grundsatz, so wenig Tiere wie möglich in die toxikologischen Versuche zu nehmen, um die für die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels nötigen Kenntnisse zu erhalten. Deshalb werden speziell im Bereich der akuten Toxikologie auch Annahmen über Stoffwirkungen bei verschiedenen Applikationswegen gemacht, ein Verfahren, dessen Berechtigung sich aus dem jahrelangen Umgang mit toxikologischen Daten im Rahmen des Zulassungsverfahrens ableiten läßt.

4. Risikobetrachtung

Um ein Bild von der Gefährlichkeit eines Pflanzenschutzmittels bzw. von dem Grad an Sicherheit beim Umgang mit einem Mittel zu erhalten, bedarf es einer Maßzahl, die es gestattet, auch eine absolute Bewertung durchzuführen. Es liegt nahe, dafür den Quotienten aus Exposition und tolerierbarer Dosis zu verwenden. Exposition bedeutet hier die Menge des Wirkstoffes eines Pflanzenschutzmittels, die den Anwender im Verlauf seines Umgangs mit dem Mittel direkt trifft.

Zusätzlich bedarf es einer Übereinkunft, welche Dosis als tolerierbar angesehen werden darf. Die Wahl des gewerbsmäßigen Anwenders als Modellfall bedingt, daß nicht die Kriterien des allgemeinen Verbraucherschutzes, sondern die der Gewerbetoxikologie bei der Festlegung von Sicherheitsfaktoren anzuwenden sind. Zu berücksichtigen sind dabei zwei völlig unterschiedliche Gefahrenmomente, und zwar die Möglichkeit

- einer akuten Gesundheitsgefahr bei einmaligem Umgang mit einem Mittel
- einer akuten und chronischen Schädigung bei häufigem Umgang mit einem Mittel

Die Eintrittswahrscheinlichkeit muß für beide Fälle durch realisierbare Maßnahmen zum Anwenderschutz so gering wie möglich gehalten werden. Dabei hat sich bisher gezeigt, daß die Erfahrungen aus der Praxis zwar gute Hinweise auf die Schadensschwelle bei akuten Vergiftungen liefern, jedoch gibt es kaum Anhaltspunkte für chronische Gesundheitsschäden durch Pflanzenschutzmittel. Das mag daran liegen, daß solche Fälle zu selten sind. Es läßt sich jedoch nicht von der Hand weisen, daß es auf diesem Gebiet einfach an systematischen Beobachtungen fehlt.

4.1 Exposition

Ein Verfahren zur Bestimmung der direkten Exposition wurde 1962 erstmals eingehend beschrieben [3]. Hier werden detaillierte Anweisungen gegeben, wie die Wirkstoffe, die bei der Anwendung eines Pflanzenschutzmittels auf die Haut oder in den Atemstrom des Anwenders gelangen, quantitativ aufgefangen werden.

Nach diesem Schema wurden eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, die einige grundsätzliche Erkenntnisse geliefert haben.

4.1.1 Belastungsschwerpunkte

- Die reale Gefahr einer akuten Vergiftung läßt sich mit Hilfe der Expositionsdaten und der LD₅₀-Werte von Wirkstoffen gut vorhersagen; Abschätzungen auf dieser Basis stimmen gut mit den Erfahrungen aus der Praxis überein
- beim Tragen einer normalen Arbeitskleidung wird weit mehr Wirkstoff auf der Haut abgelagert, als über die Atmung in die Lunge gelangen kann; die Bedeckung der Haut ist die wichtigste Maßnahme zum Schutz des Anwenders
- vorbereitende Arbeiten, wie Ansetzen der Spritzflüssigkeit und Befüllen der Tanks, sind mit höheren Expositionen pro Zeiteinheit verbunden als das Ausbringen des Pflanzenschutzmittels in seiner Anwendungskonzentration.

Trotz der großen Streuung der bisher publizierten Meßergebnisse läßt sich folgern, daß zumindest die Kulturform, in der eine chemische Pflanzenschutzmaßnahme durchgeführt wird, ein charakteristisches Expositionsmuster hinsichtlich des Verhältnisses von dermalen zu inhalativer/oraler Belastung des Anwenders bedingt. Es erscheint angebracht, bei allen Risikobetrachtungen ohne konkrete Expositionsdaten zu differenzieren nach den Indikationen bei

- Raumkulturen
- Flächenkulturen
- Anwendung in geschlossenen Räumen.

4.1.2 Meßanforderungen

Der relativ hohe Anteil, der sich für die Gesamtexposition aus den Arbeitsabläufen ergibt, die nicht das eigentliche Ausbringen des Pflanzenschutzmittels betreffen, erfordert ein verstärktes Interesse am Formulierungstyp und an der Verpackung eines Mittels. Expositionsmessungen müssen nach dem heutigen Wissensstand die Belastung des Anwenders in den einzelnen Arbeitsphasen erkennen lassen.

Die von der Menge her überwiegende Ablagerung von Wirkstoffen auf der Haut sollte nicht zu einer Verkenntung der Bedeutung der Aufnahme über die Lunge und den Verdauungstrakt führen. Die unterschiedliche Resorbierbarkeit und Toxikodynamik der Substanzen können deren Wirkungsstärke je nach Aufnahmeweg so stark beeinflussen, daß sich die vordergründig bestehenden Verhältnisse entscheidend ändern. Grundsätzlich sollte deshalb auch der atembare Wirkstoffanteil gemessen werden. Von diesem ist ein Teil alveolengängig, der andere setzt sich in den oberen Atemwegen und im Mund-Rachen-Bereich ab und wird danach abgeschluckt. In der Literatur wird die Aufnahme über den Verdauungstrakt zwar manchmal erwähnt, jedoch gibt es bisher keine Messungen oder Abschätzungen über die Größenordnung dieses Anteils.

4.2 Toxikologische Kriterien

Bei der toxikologischen Prüfung von Pflanzenschutzmitteln oder ihrer Wirkstoffe werden durch die Wahl der Verabreichung der Prüfsubstanzen an das Labortier die Expositionsarten simuliert, die beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln vorhersehbar sind.

4.2.1 Akute Toxizität

Die Ermittlung der akuten Toxizität dient vorrangig der Kategorisierung der Prüfsubstanz nach den Gefährlichkeitsmerkmalen "giftig" und "mindergiftig".

Durch zusätzliche Tests wird bestimmt, ob ein Mittel als reizend oder ätzend zu deklarieren ist. Durch das Ausweisen dieser Eigenschaften auf dem Etikett des Pflanzenschutzmittels wird der Anwender vor Gefahren gewarnt, die mit dem unmittelbaren Kontakt durch den unverdünnten Packungsinhalt verbunden sind. Er kann daraus keine Rückschlüsse auf die Gefährdungsmöglichkeiten während der Anwendung ziehen, denn dieses Risiko wird in starkem Maße bestimmt durch Faktoren wie Aufwandmenge, Anwendungskonzentration, Ausbringungsgeräte, Kulturform und dergleichen.

Das Ziel der akuten Toxizitätsprüfung ist nicht allein die Ermittlung der LD₅₀- bzw. LC₅₀-Werte, sondern eine möglichst eingehende Erfassung aller Reaktionen der Versuchstiere in Abhängigkeit von der verabreichten Dosis. Dazu gehören alle Informationen über Art und Ausmaß der gesetzten Schäden, Geschwindigkeit des Wirkungseintrittes, Steilheit der Dosis-Wirkung-Beziehungen sowie das Einsetzen der Erholungsphase. Der Vergleich der Wirkungen nach oraler, dermalen und inhalativer Applikation liefert erste Anhaltspunkte für das gesundheitliche Risiko bei der vorrangig zu berücksichtigenden Substanzaufnahme über die Haut und beim Einatmen.

Der Bezugspunkt für eine gesundheitliche Bewertung des Anwenderrisikos im Bereich der akuten Toxizität kann nicht die mittlere tödliche Dosis sein. Deshalb ist unter Einbeziehung aller Kenntnisse aus den Tierversuchen auf eine Dosis zu extrapolieren, die im Sinne der Tolerierbarkeit mit hoher Wahrscheinlichkeit noch keine Vergiftungsanzeichen auslöst.

4.2.2 No-Effect Level

Die saisonbedingte Belastung der gewerbsmäßigen Anwender in den Monaten Mai bis Juli wird am besten durch die subchronische Toxizitätsprüfung (90-Tage-Test) der Wirkstoffe am Labortier wiedergegeben. Die Substanzzufuhr erfolgt bei diesem Versuch vorzugsweise oral, da diese Methode mit den geringsten technischen Schwierigkeiten verbunden ist und da sich häufig nur auf diesem Wege hinreichend hohe Dosen verabreichen lassen. Die abschließende Auswertung solcher Langzeitstudien wird in der Benennung eines *no-effect levels* (NEL) bzw. eines *no-effect (adverse) levels* (NEAL) zusammengefaßt. Während der NEL alle beobachteten Effekte ohne Rücksicht auf ihre medizinische Relevanz einbezieht, läßt der NEAL Effekte ohne pathognostische Bedeutung außer Betracht.

Aus den genannten Gründen liegt oft nur der orale NEAL vor. Da das Risiko eines Gesundheitsschadens bei häufiger Belastung aber auch in der dermalen und respiratorischen Aufnahme besteht, müssen der dermale und inhalative NEAL aus den vorhandenen Daten abgeleitet werden. Es wurde bereits ein Verfahrensvorschlag publiziert, wie toxikologische Fütterungsversuche zur Festlegung duldbarer Schadstoffkonzentrationen in der Luft herangezogen werden können [4]. Analog zu dieser Vorgehensweise ist auch die Kalkulation einer duldbaren dermalen Belastung über einen längeren Zeitraum vorstellbar. Die Praktikabilität einer derartigen Datentransponierung wird gegenwärtig überprüft.

4.2.3 Besondere Wirkungen

Einer gesonderten Bewertung müssen solche Effekte unterzogen werden, die sich nicht in den Komplex der dosisabhängigen toxischen Wirkungen eingliedern lassen. Dazu gehören die sensibilisierenden und insbesondere die erbgutverändernden und krebserzeugenden Eigenschaften von Stoffen. Gerade Substanzen mit einer möglichen mutagenen oder kanzerogenen Wirksamkeit werden hinsichtlich ihres Wirkungsmechanismus sehr genau daraufhin überprüft, ob es eine Berechtigung zur Annahme einer tolerierbaren Dosis gibt. In der Regel sind die Entscheidungen im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit diesen Problemstoffen äußerst restriktiv, insbesondere dann, wenn günstiger zu bewertende Alternativen zur Verfügung stehen.

4.2.4 MAK-Werte

Für einen Teil der Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln hat die DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) festgelegt [5]. Ein Bezug darauf ist im Rahmen des Zulassungsverfahrens jedoch nur begrenzt möglich, da beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln in der Praxis einige Voraussetzungen entfallen, die für die Anwendung des MAK-Prinzips bedeutsam sind:

MAK-Werte sind Konzentrationsangaben für die Schadstoffbelastung der Luft am Arbeitsplatz. Sie lassen sich nur in eine tolerierbare Dosis per Inhalation umrechnen, nicht jedoch in eine Gesamtaufnahme über alle Eintrittspforten des Organismus, insbesondere über die Haut.

Die Relation von gemessener Arbeitsplatzkonzentration zum MAK-Wert in geschlossenen Räumen gibt Hinweise, ob eine Verminderung der Schadstoffkonzentration durch lokale technische Maßnahmen erforderlich ist. Beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ist im Regelfall weder mit einer vergleichbaren Konstanz der Meßwerte noch mit der Möglichkeit der Arbeitsplatzsicherung ohne ein Zutun des Anwenders zu rechnen.

Es gibt kein institutionalisiertes System der Überwachung von Arbeitsplatzkonzentrationen und keine vereinbarte Meßstrategie im Bereich der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Die stark wechselnden Belastungen am mobilen Arbeitsplatz können zwar hinsichtlich der respiratorischen Exposition durch die eingeführte Methode des *personal air sampling* integrativ erfaßt werden, jedoch ist die Bewertung der so gewonnenen Daten wiederum nur im Hinblick auf einen Referenzwert wie die MAK möglich.

Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln besitzen innerhalb des Spektrums der gefährlichen Arbeitsstoffe eine untergeordnete Priorität für den Arbeitsschutz in der chemischen Industrie. Deshalb kann nicht erwartet werden, daß für jeden Wirkstoff ein MAK-Wert nach dem letzten Stand wissenschaftlicher Erkenntnis existiert. Dieser Umstand enthebt aber die Zulassungsbehörden nicht der Verpflichtung, sach- und termingerechte Entscheidungen zu fällen.

5. Zielvorstellungen

Nach der Bestandsaufnahme an gesicherter Erkenntnis zeichnet sich auf dem Gebiet des Anwenderschutzes folgender Bedarf ab:

5.1 Expositionsrastrer

Es sind in verstärktem Maße Daten zur Exposition beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln unter den für Mitteleuropa praxisüblichen Verhältnissen zu erstellen. Dabei liegt es nahe, aus repräsentativen Anwendungen ein Raster für die Belastungsgrößen in Abhängigkeit von Aufwandmenge, Ausbringungstechnik, Formulierungstyp und Kulturform abzuleiten.

5.2 Revision der bisherigen Auflagenpraxis

Auf der Grundlage einer stärker formalisierten gesundheitlichen Bewertung sollen die behördlichen Entscheidungen zum Anwenderschutz transparent gemacht werden. Damit ist die Absicht verbunden, eine generelle Revision der Auflagenpraxis durchzuführen. Allgemein besteht der Eindruck, daß der Grundsatz des präventiven Gesundheitsschutzes zu einer inflationären Tendenz bei der Gefahrenkennzeichnung und beim Maßnahmenkatalog zur Gefahrenabwehr geführt hat. Der drohenden Abstumpfung der Anwender gegenüber diesen Hinweisen soll durch eine Beschränkung der Sicherheitsratschläge auf das unbedingt erforderliche Maß entgegengewirkt werden.

5.3 Technische Entwicklungen

Bei allen Auflagen zum Körper- oder Atemschutz ist die Zumutbarkeit für den Anwender unter den vorhersehbaren Arbeitsbedingungen zu berücksichtigen. Da die individuelle Entscheidung des Anwenders immer die Schwachstelle des Sicherungssystems bleiben wird, sind alle Verbesserungen in der Formulierungs-, Verpackungs- und Anwendungstechnik zu begrüßen, die zu einer geringeren Exposition führen und damit die persönlichen Schutzmaßnahmen weitgehend entbehrlich machen.

Schrifttum

- [1] U.S. Environmental Protection Agency (EPA): Guidelines for Registering Pesticides in the United States. Subpart k, Exposure Data Requirements: Reentry Protection. Draft May 4, 1981.
- [2] World Health Organization: Pesticide Development and Safe Use Unit, Division of Vector Biology and Control. Field Surveys of Exposure to Pesticides. Standard Protocol. WHO Headquarters, Genf 1982.
- [3] *Durham, W.F. u. H.R. Wolfe*: Measurement of the Exposure of Workers to Pesticides. Bull. World Health Org. Bd. 26 (1962) S. 75/91.
- [4] *Zielhuis, R.L. u. F.W. von der Kreek*: The Use of a Safety Factor in Setting Health Based Permissible Levels for Occupational Exposure. Int. Arch. occup. environ. Health Bd. 42 (1979) S. 191/201.
- [5] DFG: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte 1983. Mitt. XIX der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Weinheim: Verlag Chemie 1983.

Benennungen und Begriffe im Pflanzenschutz

Im Pflanzenschutz und bei den damit zusammenhängenden Fragen des Arbeits- und Umweltschutzes begegnen sich die recht unterschiedlichen Disziplinen Agrikultur, Biologie, Chemie, Medizin und Technik, die alle eine eigene Fachsprache entwickelt haben und benutzen. Für eine interdisziplinäre Verständigung ist es daher unerlässlich zu wissen, was unter den einzelnen fachspezifisch geprägten Begriffen zu verstehen ist.

Im folgenden werden daher insbesondere für Begriffe, die oft zu Mißverständnissen führen, Definitionen zusammengestellt, die der Erklärung dienen.

Dazu wurden die VDI-Richtlinie 2450 *Messen von Emission, Transmission und Immission luftverunreinigender Stoffe – Begriffe, Definitionen, Erläuterungen*, der International Standard ISO 5681 *Equipment for crop protection – Vocabulary*, die Environmental Health Criteria der World Health Organization sowie andere einschlägige Veröffentlichungen herangezogen.

Für alle Benennungen physikalischer Größen sind in eckigen Klammern gebräuchliche Maßeinheiten angegeben. Das schließt nicht die Verwendung anderer Einheiten aus, sofern es sinnvoll erscheint.

ADI-Wert (= acceptable daily intake = annehmbare tägliche Aufnahme): Tägliche Höchstdosis eines Pflanzenschutzmittel-Rückstandes, die bei lebenslanger Aufnahme ohne nachteiligen Einfluß auf den Menschen bleibt. Er wird anhand des "no-effect levels", dividiert durch einen Sicherheitsfaktor (10–2000), errechnet und in Masse pro Einheit des Körpergewichts, z.B. [mg/kg], ausgedrückt.

Akarizid: Mittel zur Bekämpfung von Milben.

Applikation bzw. Ausbringung: Gezieltes Verteilen von Pflanzenbehandlungsmitteln mit entsprechenden Geräten.

Applikations- bzw. Ausbringzeit: Zeitdauer, in der vom Gerät Pflanzenbehandlungsmittel zu Zwecken der Behandlung emittiert wird, z.B. [h].

Arbeitsplatzbelastung: Quantität (z.B. Masse) eines Wirkstoffes pro Volumeneinheit Luft (meist auf Normalbedingungen bezogen) am Arbeitsplatz, z.B. [mg/m³].

Aufwandmenge: Die zur Bekämpfung von Schädlingen oder Pflanzenkrankheiten notwendige Menge eines Mittels in der erforderlichen Konzentration. Angaben meist in Masse (Wirkstoff oder Präparat) pro Flächeneinheit, z.B. [kg/ha], oder auch Masse pro Pflanze oder ähnliches.

Biozid: Lebenstötende Substanz im weitesten Sinne (nicht identisch mit Pestizid bzw. Pflanzenschutzmittel).

Dispergiemittel (= Dispersionsmittel): Grenzflächenaktive Verbindungen, die feingemahlene, aber unlösliche Substanzen im Wasser zu feiner Verteilung bringen und sie eine bestimmte Zeit in Schwebe halten.

Dosis: Bemessene Menge, z.B. Aufwandmenge.

Emission: Der Übertritt luftfremder Stoffe in die offene Atmosphäre. Der Ort des Übertritts ist die Emissionsquelle. Eine Gesamtheit von technischen Einrichtungen und Quellen, die luftfremde Stoffe emittieren, wird als Emittent bezeichnet. Darüber hinausgehend wird der Begriff Emission als allgemeine Kennzeichnung der übertretenden luftfremden Stoffe selbst benutzt.

Emissionsstrom: Die pro Zeiteinheit in die offene Atmosphäre übertretende Quantität (z.B. Masse) eines luftfremden Stoffes, z.B. [kg/h].

Emissionsstromdichte: Der auf die Einheit der durchströmten Hüllfläche bezogene Emissionsstrom, z.B. [kg/m² h].

Emulgator: Organische oberflächenaktive Substanz, die die gleichmäßige Mischung ölgelöster Wirkstoffe mit Wasser ermöglicht.

Emulsion: Verteilung (Dispersion) zwei an sich nicht mischbarer Flüssigkeiten. Geeignete Emulgatoren als eine Komponente können die andere Flüssigkeit in Form kleinster Tröpfchen emulgieren und so eine Mischung mit Wasser ermöglichen.

Emulsionskonzentrat: Formulierung eines Wirkstoffes oder mehrerer Wirkstoffe in Öl, dem ein Emulgator beigegeben ist, der eine stabile Emulsion bei der Herstellung der Spritzflüssigkeit gewährleistet.

Exposition: Quantität (z.B. Masse) eines Wirkstoffes, die in der Zeiteinheit an die Bereiche der Hüllfläche eines Akzeptors gelangt, der mögliche Aufnahmewege nachgeschaltet sind. Einheit z.B. [mg/h].

Expositionszeit: Die Zeitdauer einer Exposition läßt sich abhängig von den jeweils bestehenden Quellen in Abschnitte aufgliedern, z.B. die Zeitdauer der Applikation, die der Anmischung und Herstellung der Spritzflüssigkeit oder andere Zeiten außerhalb der Applikation, in denen durch Verdampfung oder Kontakte eine Exposition erfolgt. Zweckmäßigerweise ist dementsprechend die Zeitdauer der verschiedenen Expositionsabschnitte getrennt voneinander zu erfassen und aufzuführen. Einheit z.B. [h].

Formulierung: Aufbereitung eines Wirkstoffes, z.B. in flüssiger Form (Emulsion), pastöser (Paste) oder fester (Staub, Granulat, Suspension) Form.

Fungizid: Mittel zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten.

Granulat: Durch Bindemittel zu grob- oder feinkörnigem, lockerem und gut dosierbarem Material geformter (granuliert) oder auf feste Trägerstoffe aufgedüster Wirkstoff.

Herbizid: Mittel zur Bekämpfung von Unkräutern.

hydraulische Druckzerstäubung: Zerstäubung durch Ausnutzen der hydraulischen Energie der Flüssigkeit.

Immission: Übertritt luftfremder Stoffe von der offenen Atmosphäre in einen Akzeptor. Im erweiterten Sinn wird der Begriff Immission häufig auch zur Bezeichnung der aus der Atmosphäre austretenden oder sogar in der Umgebung von Akzeptoren