

MON 79351 – eine neue Glyphosat-Flüssigformulierung

MON 79351 – a novel liquid glyphosate herbicide

Björn Kiepe*, Holger Ophoff & Wolfgang Voegler

Monsanto Agrar Deutschland GmbH, Vogelsanger Weg 91, D-40470 Düsseldorf

*Korrespondierender Autor, bjoern.kiepe@monsanto.com

DOI: 10.5073/jka.2012.434.063

Zusammenfassung

MON 79351⁴ ist eine neuartige Glyphosat-Flüssigformulierung, welche eine weitere Entwicklungsoptimierung in der Roundup®-Produktfamilie darstellt. Mit 480 g/l Wirkstoffkonzentration übertrifft diese Flüssigformulierung unsere bisher in Deutschland vertriebenen wasserlöslichen Konzentrate. Das Produkt ist als Kaliumsalz formuliert und bietet Vorteile in der Anwendung gegenüber bisher verfügbaren Mitteln mit gleichem Wirkstoff. Die im Rahmen der Produktentwicklung durchgeführten Versuche attestieren MON 79351 eine hervorragende Wirksamkeit gegen mono- und dikotyle ein- und mehrjährige Unkräuter bei verschiedensten Bedingungen. Grund hierfür ist das neuartige Netzmittelsystem, welches bei sehr günstigem ökotoxikologischem Profil die nachhaltige Wirkung absichert. MON 79351 ist bereits in einigen europäischen Ländern zugelassen und auch in Deutschland ist die Zulassung angestrebt.

Stichwörter: Glyphosat, Kaliumsalz, nichtselektives Herbizid, Roundup®, SL, wasserlösliches Konzentrat

Summary

MON 79351 is a novel liquid glyphosate herbicide which represents the improved product generation within the Roundup® product family. Containing 480 g/l active ingredient, this liquid formulation exceeds our current distributed soluble concentrates in Germany. MON 79351 is formulated as a potassium salt and offers product advantages in contrast to conventional glyphosate products. In product development trials, MON 79351 provides an excellent efficacy against mono- and dicotyledonous annual and perennial weeds under diverse conditions. One reason to secure the sustainable efficacy is a new system of surfactants with a favorable ecotoxicological profile. MON 79351 is already approved in some European countries and registration is aimed for Germany.

Keywords: Glyphosate, non-selective herbicide, potassium salt, Roundup®, SL, water soluble concentrate

1. Einleitung

Der Wirkstoff Glyphosat (N-Phosphonomethyl-Glycin) ist ein systemisches Breitbandherbizid und zählt zu den Aminophosphonsäureverbindungen. Der Wirkstoff wird von Pflanzen über die grünen oberirdischen Pflanzenteile aufgenommen. In der Pflanze blockiert Glyphosat das Enzym EPSPS, wodurch die Bildung essentieller aromatischer Aminosäuren verhindert wird (GROSSBARD und ATKINSON, 1985).

Die erste Glyphosat-Zulassung wurde in Deutschland im Jahre 1974 für das Produkt Roundup® erteilt. Ein weiterer technologischer Fortschritt war die Einführung von Roundup Ultra® Mitte der 90er Jahre. 2001 wurde Glyphosat im Ergebnis der EU-Wirkstoffprüfung unter der RL 91/414/EWG in die Positivliste des Anhangs I aufgenommen. Der nächste Entwicklungsschritt in Deutschland erfolgte 2004 mit der Zulassung von Roundup®UltraMax, einer Flüssigformulierung mit 450 g Wirkstoffgehalt pro Liter.

Glyphosat ist heute global und in Deutschland ein sehr wichtiger Wirkstoff und insbesondere in der konservierenden Bodenbearbeitung ein unverzichtbares Produktionsmittel, das auf ca. 30 % der Ackerfläche eingesetzt wird (SCHMITZ et al., 2011). Glyphosat-haltige Pflanzenschutzmittel erlauben ein effektives nachhaltiges Unkrautmanagement. Ein äußerst breites Spektrum ein- und mehrjähriger mono- und dikotyle Verunkrautung wird sehr sicher erfasst. Zudem werden schwer bekämpfbare mehrjährige rhizombildende Unkräuter wie die Gemeine Quecke (*Agropyron repens*) oder Acker-

⁴ Das Mittel ist derzeit (bei Drucklegung) noch nicht zugelassen – Zulassung wird erwartet.

Kratzdistel (*Cirsium arvense*) nachhaltig bekämpft. Dies wurde in den Übersichtsarbeiten von O'KEEFE und MAKEPEACE für Ackerbaukulturen und von HAGGAR für Wiesen, Weiden und Stilllegungsflächen hinreichend dokumentiert (vgl. GROSSBARD und ATKINSON, 1985). Der Wirkstoff spielt eine wichtige Rolle beim Erntemanagement in Form der Ernteerleichterung („Sikkation“), sowie zur Realisierung der Feldhygiene nach der Ernte, indem die Unterbrechung von Infektionsketten („Grüne Brücke“) als wichtiges Merkmal mit der Unkrautbekämpfung auf der Stoppel einhergeht.

POWLES (2008) kommt zu dem Schluss, dass Glyphosat zum weltweit am häufigsten eingesetzten Herbizid geworden ist, weil es wirksam, wirtschaftlich und umweltfreundlich ist. So verfügt z.B. Roundup®UltraMax in Deutschland über 45 zugelassene Anwendungsgebiete und genehmigte Lückenindikationen im Ackerbau, Grünland, Wein-, Obst- und Zierpflanzenbau sowie Nichtkulturland und auch Forst. Roundup®UltraMax besitzt damit die breiteste Zulassung im Vergleich zu anderen Glyphosat-haltigen Pflanzenschutzmitteln.

Im Rahmen der Weiterentwicklung zu Roundup®UltraMax wurden die chemisch-physikalisch Eigenschaften neuer Formulierungskandidaten untersucht und Wirksamkeitsprüfungen unter verschiedenen standardisierten Umweltbedingungen durchgeführt. Im Folgenden werden Ergebnisse aus Versuchen zur Beurteilung der Vorzüglichkeit der neuen hochkonzentrierten Flüssigformulierung MON 79351 dargestellt.

2. Material und Methoden

2.1 Verwendete Testsubstanzen

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die in Tabelle 1 dargestellten Pflanzenschutzmittel verwendet.

Tab. 1 Unterschiedliche Glyphosat-Formulierungen im Vergleich.

Tab. 1 Comparison of different glyphosate formulations.

| Formulierung | MON 79351 | Roundup®UltraMax | Herkömmliche Flüssigformulierung |
|-------------------------|------------|---------------------|----------------------------------|
| Wirkstoffgehalt in | 480 g/l | 450 g/l | 360 g/l |
| Konzentrationserhöhung* | + 33 % | + 25 % | |
| Verwendete Salzform | Kalium (K) | Isopropylamin (IPA) | Isopropylamin (IPA) |
| Salzgehalt in g/l | 588 g/l | 607 g/l | 487 g/l |
| Netzmittel | POE-T frei | POE-T frei | POE-T haltig |

* gegenüber herkömmlichen 360 g/l-Formulierungen, POE-T = polyethoxylated-Tallowamin Klimakammer- und Gewächshausversuche

Um den gewachsenen Anforderungen an modernen Pflanzenschutzmitteln gerecht zu werden, bedarf es eines systematischen Ansatzes im Formulierungsscreening. Zu Beginn werden deren chemisch-physikalische Eigenschaften im Labormaßstab mit Blick auf die Fragestellungen charakterisiert. Nach Identifikation eines geeigneten Kandidaten erfolgt eine erste Prüfung zur Wirksamkeit unter verschiedenen Umweltbedingungen gefolgt von weiteren Freilanduntersuchungen.

Zunächst erlangen Gewächshaus-Studien mit simulierten Witterungsbedingungen eine besondere Bedeutung. Unter Einstellung besonders herausfordernder, reproduzierbarer Randbedingungen geben diese eine erste Auskunft über die Möglichkeiten und Grenzen von neuen Formulierungen. Im Rahmen der Produktentwicklung wird dabei besonders auf Prüfungen der nachfolgend in Tabelle 2 aufgeführten Bedingungen wertgelegt.

Tab. 2 Simulierte Umweltbedingungen in Klimakammer- und Gewächshausversuchen.

Tab. 2 *Simulated environmental conditions in the growth chamber and green house studies.*

| Test-Bedingungen | Testgrößen |
|-----------------------------|---|
| Kühles, arides Klima | 20 % relative Luftfeuchtigkeit bei 12 °C |
| Warmes, arides Klima | 20 % relative Luftfeuchtigkeit bei 32 °C |
| Wasserhärte | 0 ppm CaCO ₃ und 1000 ppm CaCO ₃ * |
| Niederschlag nach Anwendung | 5 mm künstliche Beregnung 1 Stunde nach Applikation 5 mm künstliche Beregnung 2 Stunden nach Applikation |
| Grenzaufwandversuche | 540 g a.i./ha, 720 g a.i./ha, 1080 g a.i./ha, (1440 g a.i./ha) |

*1 ppm entspricht 1 mg/l CaCO₃

Die Versuche werden mit typischen Unkräutern durchgeführt. Häufig verwendete Arten sind *Agropyron repens* (AGRRE), *Geranium dissectum* (GERDI), *Abuthilon theophrasti* (ABUTH), *Lolium multiflorum* (LOLMU), *Malva* spp. (MALSS) oder *Viola* spp. (VIOSS).

2.3 Wirksamkeitsstudien und spezielle Feldversuche

Zur Beurteilung methodischer Fragestellungen werden sowohl standardisierte Wirksamkeitsversuche gemäß der EPP0-Richtlinien angelegt als auch spezielle Versuchsdesigns entwickelt. Bei den unter 3.2 zusammengetragenen Daten handelt es sich um aggregierte Wirksamkeitsergebnisse in verschiedenen Anwendungsbereichen. Die Wirksamkeit ist über alle Unkräuter zusammengefasst. Die getesteten Aufwandmengen liegen in einem Bereich von 540 bis maximal 1440 g a.i. pro ha, um Aussagen zur Leistungsfähigkeit der Prüfmittel treffen zu können.

Die unter 3.3 dargestellten Ergebnisse der Wartezeit bis zur nachfolgenden Bodenbearbeitung bedurften eines speziellen Versuchsdesigns, um Analogien zur landwirtschaftlichen Praxis zu schaffen. In den Versuchen wurde beginnend mit der Applikation zu unterschiedlichen Zeiten nach der Anwendung sowohl eine wendende als auch eine nicht-wendende Bodenbearbeitung durchgeführt. Die Wirksamkeitsdaten wurden über einen längeren Zeitraum erfasst, um auch die Nachhaltigkeit der Behandlungen bei Rhizomunkräutern bonitieren und bewerten zu können.

Die statistische Verrechnung der Versuchsergebnisse erfolgte mittels Student-Newman-Keuls-Test. Dabei kam eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % (Feld-) bzw. 1 % (Gewächshausversuche) zum Ansatz.

3. Höhere Wirkstoffkonzentration und Produkteigenschaften

Glyphosatsäure ist nicht wasserlöslich, daher sind alle Glyphosatherbizide mit Salzformen dieses Wirkstoffes formuliert. Herkömmliche flüssige Glyphosatprodukte enthalten in der Regel 360 g/l Säureäquivalent Glyphosat, entsprechend ca. 487 g/l Isopropylaminsalz. MON 79351 ist die erste Glyphosatformulierung mit 480 g/l, in der der Wirkstoff Glyphosat als Kaliumsalz vorliegt. Als wasserlösliches Konzentrat (SL) enthält MON 79351 mit 480 g/l ein Drittel mehr Glyphosat im Vergleich zu herkömmlichen Flüssigformulierungen, Säureequivalent entsprechend 588 g/l Glyphosat-Kaliumsalz (Tab. 1). Die Flüssigformulierung MON 79351 zeichnet sich durch eine schnelle Löslichkeit in Wasser aus.

Die geringe Viskosität von MON 79351 infolge der neu verwendeten K-Salzform sorgt für eine schnelle und sichere Packungsentleerung mit weniger Gebinderestmengen. Ein spezielles Kanisterdesign („No-Glug“) unterstützt ein gleichmäßiges Ausleeren und verhindert Spritzer. Damit wird der Anwender- und Umweltschutz im Umgang mit dem Mittel beim Ansetzen der Spritzlösung verbessert und trägt zusätzlich zur Vermeidung von Punktquellen bei.

Auch mit Blick auf die toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften (Tab. 3) stellt MON 79351 ebenfalls eine Weiterentwicklung dar. Aufgrund der günstigen Endpunkte sind keine negativen Auswirkungen von MON 79351 auf Mensch, Tier, Boden, Wasser oder Luft als Folge einer bestimmungsgemäßen Anwendung zu erwarten. Dies wird u.a. durch die Risikobewertung in anderen Mitgliedsländern, in denen MON 79351 bereits zugelassen ist, bestätigt.

Tab. 3 Toxikologische und ökotoxikologische Eigenschaften von MON 79351.**Tab. 3** *Toxicological and eco-toxicological properties on MON 79351.*

| Testverfahren | Endpunkt |
|---|--|
| Ratte, akut oral LD ₅₀ | > 2000 mg/kg – nicht eingestuft |
| Kaninchen, akut dermal LD ₅₀ | > 2000 mg/kg – nicht eingestuft |
| Kaninchen, Hautreizung | Leicht reizend - nicht ausreichend für eine Einstufung |
| Meerschweinchen, Hautsensibilisierung | Nicht sensibilisierend - nicht eingestuft |
| Fisch (<i>Onchorhynchus mykiss</i>), 96 h LC ₅₀ | 522 |
| Invertebrat (<i>Daphnia magna</i>), 48 h EC ₅₀ | 243 |
| Alge (<i>Selenastrum capricornutum</i>), 72 h ErC ₅₀ (Wachstum) | 118 |
| Honigbiene (<i>Apis mellifera</i>), oral LD ₅₀ 48 h, µg a.s./ Biene | >101 |
| Honigbiene (<i>Apis mellifera</i>), Kontakt LD ₅₀ 48 h, µg a.s./ Biene | >100 |
| Regenwurm (<i>Eisenia foetida</i>), 14-d LC ₅₀ , mg/kg Trockenboden | >10000 |

3.1 Wirksamkeit bei unterschiedlichen Indikationen

Die aktuell zugelassene Roundup®-Formulierung UltraMax (450 g/l Glyphosat) erzielt bei vielen Unkrautarten einen sehr hohen Wirkungsgrad und ist herkömmlichen 360 g-Formulierungen in vielen Aspekten überlegen. Mit MON 79351 konnte die Wirksamkeit noch weiter verbessert werden. Vor allem bei ungünstigen Anwendungsbedingungen, zum Beispiel bei kühlen Temperaturen, geringer Luftfeuchtigkeit und hartem Wasser, zeigt MON 79351 eine größere Stabilität in der Wirksamkeit und ist damit bestens für professionelle Anwendungen geeignet. Daten aus umfangreichen Versuchsserien bestätigen die sichere Wirkung.

Abb. 1 zeigt die Wirkung von MON 79351 und einer 450 g-Formulierung bei verschiedenen Indikationen. MON 79351 wirkt in allen Indikationen im Mittel besser als das Referenzprodukt und weist eine geringere Schwankungsbreite auf. Unter Berücksichtigung von Applikationen mit suboptimalen Aufwandmengen wird insbesondere bei den Indikationen Vorsaats/Voraufbau, Sikkation und Stilllegung ersichtlich, dass MON 79351 bei reduzierten Wirkstoffmengen und ungünstigen Anwendungsbedingungen dem Vergleichsmittel überlegen ist.

Hierbei ist besonders zu betonen, dass nur die Verwendung suboptimaler Aufwandmengen eine Ermittlung von Grenzen und die Beurteilung von Unterschieden der verschiedenen Formulierungen ermöglicht. Aufgrund der gewählten zu geringen Aufwandmengen werden damit für einige Unkräuter zum Teil weniger befriedigende Wirkungsgrade erzielt, bei maximal zugelassenen Aufwandmengen entsprechen die Wirkungsgrade mit > 95 % der Erwartung.

Neben Daten aus Feldversuchen belegen auch Klimakammer- und Gewächshausexperimente unter reproduzierbaren, kontrollierten Bedingungen die sehr sichere Wirkung von MON 79351. Hier lassen sich gezielt bestimmte Umweltbedingungen und ihr Einfluss auf die Wirkung simulieren, was die Beurteilung der Wirksamkeit verschiedener Formulierungen erleichtert. In Abbildung 2 ist die Wirkung von MON 79351 gegenüber Vergleichsmitteln (VGM) bei unterschiedlichen Bedingungen und einer Aufwandmenge von 1080 g/ha dargestellt. Während die Verrechnung der Versuchsergebnisse über die beiden getesteten Unkrautarten *Geranium dissectum* (GERDI) und *Abutilon theophrasti* (ABUTH) keine signifikanten Unterschiede erbrachte, traten nach der artspezifischen Auswertung statistisch gesicherte Unterschiede zu Tage, MON 79351 zeigte bei *Geranium* eine signifikant bessere oder vergleichbare Wirkung gegenüber derzeit zugelassenen Glyphosat-Produkten (Tab. 4). Dies gilt vor allem unter Berücksichtigung, dass *Geranium* besonders schwer zu bekämpfen ist und oft nur mit höheren Aufwandmengen sicher gelingt. Insofern stellt die neue Formulierung MON 79351 eine echte Innovation dar und kann auch auf Grundlage der umfangreichen Ergebnisse aus Laborversuchen als Formulierung mit hohem Wirkungsgrad und hoher Zuverlässigkeit insbesondere unter kritischen Anwendungsbedingungen charakterisiert werden. Zusammenfassend ist MON 79351 damit flexibler einsetzbar. Die sehr gute Wirkung

insbesondere unter ungünstigen Bedingungen (hohe und niedrige Temperaturen, geringe Luftfeuchtigkeit, taufeuchte Bestände, schnelle Regenfestigkeit von 1 Stunde) in Kombination einer 33 % höheren Wirkstoffkonzentration gegenüber herkömmlichen 360 g-Formulierungen bedeutet eine höhere Effizienz bei der Unkrautbekämpfung.

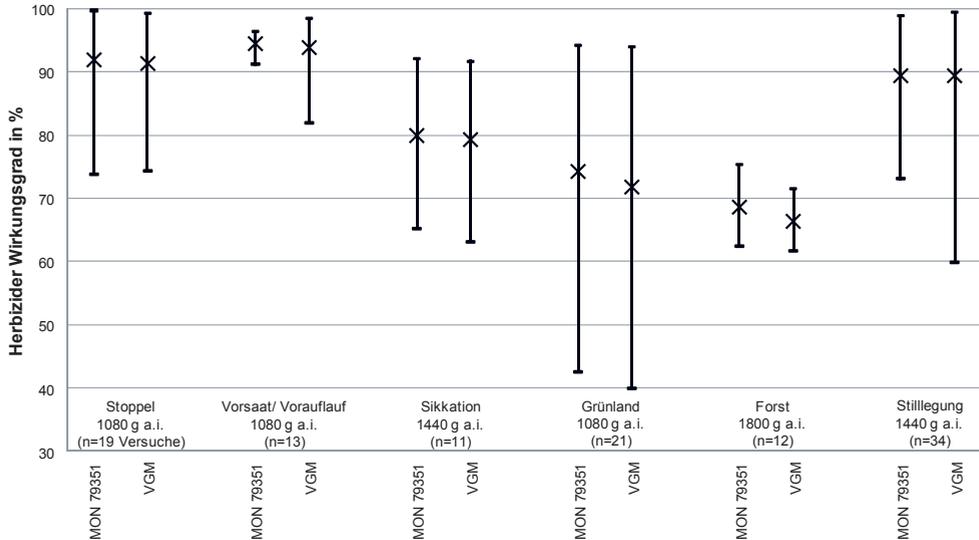


Abb. 1 Mittlerer herbizider Wirkungsgrad über alle Unkräuter und Schwankungsbreite von MON 79351 im Vergleich mit einem Vergleichsmittel (450 g/l Glyphosat) bei verschiedenen Indikationen (n = 110). a. i.: Aktive Wirksubstanz Glyphosat in g/l. Quelle: Monsanto, 2011.

Fig. 1 Average efficacy across all weeds and variation of MON 79351 in comparison to a reference product (450 g/l Glyphosate) and different indications (Summary of 110 ratings). Source: Monsanto, 2011.

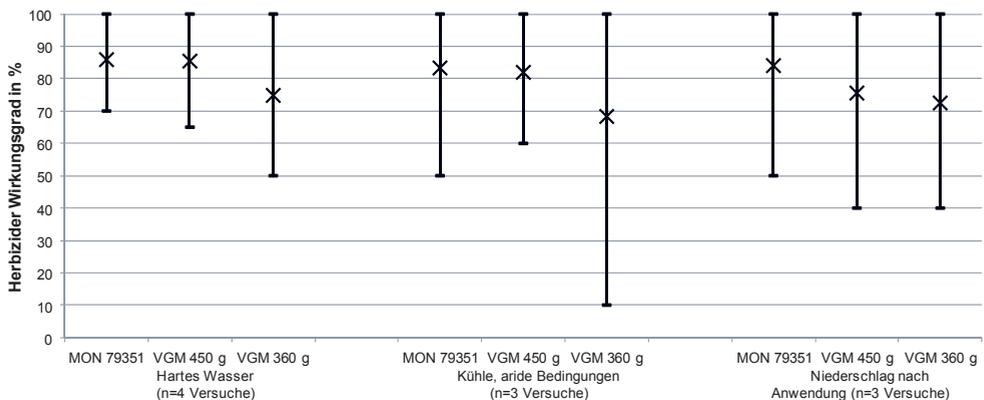


Abb. 2 Wirksamkeit (%) und Schwankungsbreite von MON 79351 über alle getesteten Unkrautarten gegenüber VGM bei unterschiedlichen Gewächshaus-Bedingungen, Aufwandmenge 1080 g/ha. Quelle: Monsanto, 2011.

Fig. 2 Efficacy (%) and variation of MON 79351 across all tested weeds in comparison to reference products under different green house conditions, use rate 1080 g/ha. Source: Monsanto, 2011.

Tab. 4 Wirkungsvergleiche von MON 79351 in Gewächshausstudien unter verschiedenen Bedingungen.

Tab. 4 Green house comparison of MON 79351 efficacy under different conditions.

| | MON 79351 im Vergleich mit 450 g-VGM* | MON 79351 im Vergleich mit 360 g-VGM* |
|-----------------------------|--|---|
| Kühles, arides Klima | | |
| ABUTH (n = 6) | kein signifikanter Wirkunterschied | kein signifikanter Wirkunterschied |
| GERDI (n = 6) | Signifikant bessere Wirkung (p < 0,01)* Hartes Wasser | Signifikant bessere Wirkung (p < 0,01)* |
| ABUTH (n = 6) | kein signifikanter Wirkunterschied | Signifikant bessere Wirkung (p < 0,01) |
| GERDI (n = 6) | Signifikant bessere Wirkung (p < 0,01)* Berechnung nach 1 h | Signifikant bessere Wirkung (p < 0,01)* |
| ABUTH (n = 6) | kein signifikanter Wirkunterschied | kein signifikanter Wirkunterschied |
| GERDI (n = 3) | kein signifikanter Wirkunterschied | Signifikant bessere Wirkung (p < 0,01)* |

* Newman-Keuls-Test,

3.2 Einfluss der nachfolgenden Bodenbearbeitung auf die Wirksamkeit

Um die Wartezeit bis zur nachfolgenden Bodenbearbeitung für die Formulierung MON 79351 zu ermitteln, wurden insgesamt acht Großparzellen-Versuchen mit verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren in Deutschland (n=6) und Ungarn (n=2) durchgeführt. Voraussetzung war ein gleichmäßiger Besatz mit *Agropyron repens* (AGRRE) bzw. *Sorghum halepense* (SORHA) als Indikator für schwer bekämpfbare mehrjährige Verunkrautung. Je nach Standort waren zwischen 14 und 616 Triebe von AGRRE bzw. 5 und 10 Triebe von SORHA je m² vorhanden.

Als Wartezeitintervalle wurden sechs Stunden sowie zwei, drei, fünf und sieben Tagen gewählt. Die applizierte Aufwandmenge betrug 1800 g Wirkstoff pro Hektar. Bereits nach einer Wartezeit von zwei Tagen werden selbst hartnäckige Unkräuter sicher mit über 95 % Wirkungsgrad bekämpft. Eine längere Wartezeit bis zur Bodenbearbeitung führt zu keiner weiteren Wirkungsverbesserung (Abb. 3). Die Ergebnisse erlauben somit für die neue Formulierung MON 79351 eine Reduktion der empfohlenen Mindest-Wartezeit vor einer Bodenbearbeitung bei schwer bekämpfbarer mehrjähriger Verunkrautung. Die schnelle Wirkung in Kombination mit kurzen Umbruchzeiten erlaubt es der landwirtschaftlichen Praxis, anstehende Arbeiten zeitnah und fristgerecht zum optimalen Zeitpunkt zu erledigen. Längere Wartezeiten entfallen.

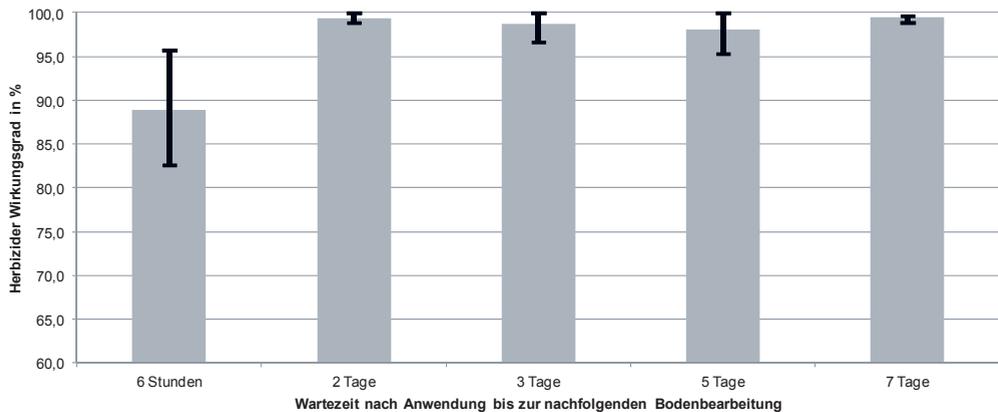


Abb. 3 Wirkungsgrad (%) und Schwankungsbreite von MON 79351 gegen mehrjährige Verunkrautung (AGRRE, SORHA) nach unterschiedlichen Bodenbearbeitungs-Intervallen. Quelle: Monsanto, 2010.

Fig. 3 Efficacy (%) and variation of MON 79351 against perennial weeds (AGRRE, SORHA) under different tillage intervals. Source: Monsanto, 2010.

3.3 Verbessertes Abdrift-Verhalten

Die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln während der Anwendung ist von vielen Faktoren wie z.B. Windgeschwindigkeit, Abstand zur Zielfläche, Düsenwahl, Spritzdruck, resultierende Tröpfchengröße, etc. abhängig (MILLER, 2009). So kann auch Glyphosat bei etwaiger Abdrift zu Schäden auf Nichtzielflächen führen. Im Rahmen einer Studie wurde die Formulierung MON 79351 unter definierten Bedingungen ausführlich hinsichtlich des Abdriftverhaltens untersucht (vgl. MILLER, 2009). Während bei Anti-Drift-Düsen kaum Abdrift auftritt, zeigt sich bei Flachstrahldüsen ein gewisses Abdriftpotenzial. Das Potenzial lässt sich über den Anteil sehr kleiner Tröpfchen (<100 µm) bestimmen. Diese Tröpfchengröße gilt als besonders abdriftgefährdet.

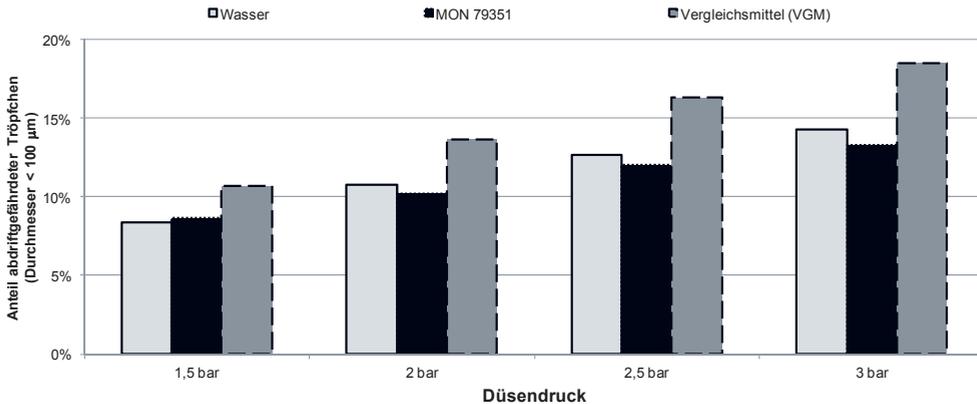


Abb. 4 Anteil abdriftgefährdeter Tröpfchen (Durchmesser < 100 µm) bei unterschiedlichem Betriebsdruck und Verwendung von Flachstrahldüsen (Teejet 11003VS). 1 µm = 10⁻⁶ m (MILLER, 2009).

Fig. 4 Share of driftable droplets (diameter < 100 µm) under different pressure by usage of flat fan nozzles (MILLER, 2009).

Im Vergleich zu herkömmlichen Formulierungen konnte bei MON 79351 im Mittel deutlich weniger Abdriftpotenzial ermittelt werden. Abbildung 4 zeigt den Anteil von Kleinsttropfen bei unterschiedlichem Betriebsdruck des Pflanzenschutzgerätes. Dabei weist MON 79351 ein nahezu identisches Abdriftpotenzial im Vergleich zu Wasser auf. Die Ursache für das bessere Abschneiden von MON 79351 im Vergleich zu der herkömmlichen Formulierung liegt in der neuen Zusammensetzung sämtlicher enthaltener Beistoffe. Neben den bereits erwähnten Haupteinflussfaktoren mit Bezug auf Abdrift liefert die neue Formulierung einen weiteren Beitrag zur Minderung des Abdrifttrisikos.

3.4 Verbesserte Mischbarkeit und Kombination mit Bodenherbiziden

Die Mischbarkeit von Glyphosat in Kombination mit bodenwirksamen Herbiziden kann beim Anbau von Getreide, Mais, Zuckerrüben und anderen Kulturen eine wichtige Option für landwirtschaftliche Betriebe darstellen. Auf Grundlage der Zulassung „Vor oder nach der Saat von Ackerbaukulturen (bis BBCH 03)“ kann die Mischung von Herbiziden, die im Voraufbau der Kultur zugelassen sind, vor allem bei Mulch- und Direktsaaten helfen, die herbizide Wirkung aufgrund der Residualwirkung anderer Wirkstoffe abzusichern. Mit dem Wirkstoff Glyphosat kann diese erste Unkrautwelle gezielt ausgeschaltet werden. Sehr gute Bekämpfungserfolge werden bereits mit geringen Aufwandmengen (900 g a.i. Glyphosat) erreicht. Aktuelle Problemgräser wie z. B. Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) lassen sich mit dieser Aufwandmenge sicher mit Wirkungsgraden von 100 % bekämpfen (KLINGENHAGEN, 2010). Aufgrund der sehr sicheren Gräserwirkung können Mischungen von Glyphosat und Bodenherbiziden bis BBCH 03 auch als Beitrag im Rahmen eines Gräser-Resistenzmanagements gesehen werden. Um die Möglichkeit von Mischungen mit Bodenherbiziden abzusichern, wurden mit insgesamt 154 verschiedenen Wirkstoffen – vorrangig Herbizide – oder Wirkstoffkombinationen physikalisch-chemische Mischbarkeits-Versuche durchgeführt. Die neue Formulierung MON 79351 ist

mit vielen gängigen Bodenherbiziden mischbar, ein deutlicher Vorteil im Vergleich zu anderen praxisüblichen Formulierungen. Versuche mit sehr häufig verwendeten Bodenherbiziden haben auch unter Feldbedingungen die Mischbarkeit ohne etwaige Wirkungsantagonismen bestätigt.

4. Zusammenfassung

Die neue Glyphosat-Formulierung MON 79351 ist eine technische Weiterentwicklung hinsichtlich Wirkungssicherheit unter suboptimalen Bedingungen, Anwendersicherheit und Umweltverhalten. Damit vereint MON 79351 eine Reihe von Vorteilen, die von bisher zugelassenen Glyphosat-Formulierungen in dieser Kombination nicht erreicht werden. Verkürzte Wartezeiten bis zur nachfolgenden Bodenbearbeitung, verbesserte Mischbarkeit und ein reduziertes Abtriffrisiko stellen eine Produktinnovation unter den modernen Glyphosat-Formulierungen dar.

Literatur

- GROSSBARD, E. UND D. ATKINSON (EDS.), 1985: THE HERBICIDE GLYPHOSATE. BUTTERWORTH, BOSTON, US.
- KLINGENHAGEN, G., 2010: SENSITIVITÄTSVERGLEICH VERSCHIEDENER ACKERFUCHSSCHWANZPOPULATIONEN (*ALOPECURUS MYOSUROIDES*) GEGENÜBER HERBIZIDEN UNTER FREILANDBEDINGUNGEN. JULIUS-KÜHN-ARCHIV **428**, 269-270.
- MILLER, P. C. H. UND C. R. TUCK (SILSOE SPRAY APPLICATIONS UNIT (PART OF THE NIAB/TAG GROUP)), 2009: MEASUREMENTS OF THE SPRAY CHARACTERISTICS WHEN DIFFERENT TEST FORMULATIONS WERE SPRAYED THROUGH DIFFERENT AGRICULTURAL NOZZLE DESIGNS, SSAU 08/09 9/1, 2009.
- POWLES, S. B., 2008: EVOLVED GLYPHOSATE-RESISTANT WEEDS AROUND THE WORLD: LESSONS TO BE LEARNT. PEST MANAGEMENT SCIENCE **64**, 360–365.
- SCHMITZ, P. M., 2011: AGRO-ECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF GLYPHOSATE IN GERMANY. SCHRIFTENREIHE DES INSTITUTS FÜR AGRIBUSINESS IN GIEßEN.