

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Ökotoxikologie und Ökochemie im Pflanzenschutz, Berlin¹⁾
Pflanzenschutzamt Berlin²⁾

Erste Ergebnisse begleitender Untersuchungen bei der Anwendung des Walzenstreichgerätes „Rotofix“ auf öffentlichem Straßenland*)

Accompanying experiments on weed control on public footways using the roller wiper 'Rotofix'

Heinz Schmidt¹⁾ und Peter Boas²⁾

Zusammenfassung

Im Rahmen begleitender Untersuchungen bei der Anwendung des Walzenstreichverfahrens „Rotofix“ wurde im Jahre 2004 begonnen, Modell- und Freilanduntersuchungen mit dem Ziel durchzuführen, zu klären, inwieweit es zu Versickerungen von Glyphosat bei unterschiedlichen Gehwegbelägen in Abhängigkeit der Fugendichte kommt und ob Abschwemmungen des Mittels nach Rotofix-Einsatz und ein Eintrag in die Regenentwässerung unter Praxisbedingungen im öffentlichen Straßenland zu verzeichnen sind. Die Modellversuche erfolgten unter Worst-case-Bedingungen in einer Kastenanlage auf dem Gelände der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, die mit Modellwegen (Kleinpflaster, Gehwegplatten, wassergebundene Wegedecke) versehen waren. Nach der Behandlung der Wege wurden die Parzellen künstlich beregnet (8,5 bzw. 14 mm), in unterschiedlichen Zeitabständen Sickerwasserproben entnommen und auf Glyphosat und AMPA untersucht. Die höchsten Glyphosatkonzentrationen traten mit 10,6 mg/l unmittelbar nach der Beregnung im Sickerwasser der Gehwegplatten-Variante auf, wobei drei Tage später der Wert bereits um das mehr als Dreifache zurückging. Anders verhielt es sich beim Lehmweg (wassergebundene Wegedecke) und beim Kleinpflaster. Dort konnten die Maxima am dritten Versuchstag nachgewiesen werden, lagen jedoch deutlich unter dem Niveau der Gehwegplatten-Variante. Bei den ersten Freilanduntersuchungen (Regenwasserkanalisation) konnten 4 Probenahmen realisiert werden. Die Messergebnisse lagen deutlich unter den Werten der Modelluntersuchungen. Glyphosat wurde um 0,0002 mg/l und AMPA bis 0,0005 mg/l nachgewiesen. Die jeweils höheren AMPA-Werte lassen vermuten, dass nicht nur das Rotofix-Verfahren für die Einträge verantwortlich ist. Um aussagefähige Ergebnisse zu erhalten, werden die Freilanduntersuchungen in den kommenden Jahren fortgesetzt.

Stichwörter: Wildwuchskontrolle, öffentliches Grün, Walzenstreichverfahren, Glyphosat, Wasseruntersuchungen

Abstract

Accompanying investigations on the roller wiper 'Rotofix' were carried out in model and road trials to identify seepage of

glyphosate in relation to different footway surfaces and joint width and to identify rain wash of the herbicide and its loss to road drainage in public road environment. The model trial used boxes with various footway surfaces (small set paving, pavement flags, water-bound surface). After treatment the plots were irrigated (8.5 and 14 mm) and the seeping water sampled at various time intervals and analysed for glyphosate and AMPA. Glyphosate peaked with 10.6 mg/l. The concentration was found in the seepage water from the flag-paved footway immediately after irrigation. Three days later, however, it had already decreased by more than three times. Results were different with the loamy footway (water-bound surface) and the small set paving. Peaks were identified on the third day after application, but were clearly below the pavement flag level. In the road trial, four samples were taken from road drainage. First results showed low concentrations of appr. 0.0002 mg/l glyphosate and up to 0.0005 mg/l AMPA. The higher AMPA level is assumed to be not only due to Rotofix application.

Key words: Weed-control, urban areas, non-spray-application, herbicide glyphosate, water analysis

1 Einleitung

Die Kommunen, denen im öffentlichen Bereich die Pflege von Flächen und Objekten obliegt, sind auf Grund der immer dünner werdenden Finanz- und Personaldecke fast nicht mehr in der Lage ihrer Sorgfaltspflicht nachzukommen. Bisher war der Einsatz von Herbiziden auf befestigten Flächen (Gehwege, Parkplätze etc.) zur Beseitigung von unerwünschtem Bewuchs nahezu unmöglich (§ 6 PflSchG, ANONYMUS, 1998), andererseits gibt es jedoch zwingende Gründe (Verkehrssicherheit, Schutz von Bauwerken etc.) gegen diesen Wildwuchs vorzugehen. Mechanische und thermische Verfahren alleine bringen meist nicht den gewünschten Erfolg, da die Verunkrautung bereits nach kurzer Zeit wieder einsetzt.

Eine Alternative bietet das Walzenstreichgerät „Rotofix“. Beim Rotofix-Verfahren wird durch eine Streichtechnik über eine rotierende Walze der gezielte Einsatz des Herbizides Roundup Ultra® ohne Bodenkontamination ermöglicht. Das

*) Herrn Direktor und Professor Prof. Dr. agr. Dr. habil. W. PESTEMER zum 65. Geburtstag gewidmet.

Gerät durchlief 2001 das Anerkennungsverfahren der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) und ist unter der Prüfungsnummer G 1599 als Streichgerät zur Unkrautbekämpfung auf ebenen befestigten Wegen und Plätzen anerkannt. Die Anwendung ist jedoch nur zulässig, wenn eine Genehmigung der zuständigen Behörden (Pflanzenschutzdienste der Länder) vorliegt (§ 6 Abs. 2 und 3 PflSchG). Im Rahmen begleitender Untersuchungen bei der Anwendung des Walzenstreichverfahrens wurde im Jahre 2005 Modell- und Freilanduntersuchungen durchzuführen. Die Modelluntersuchungen fanden unter Worst-case-Bedingungen statt, die weder als bestimmungsgemäße noch sachgerechte Anwendung in der Praxis anzusehen sind. Ziel der Studien sollte sein zu ermitteln, inwieweit es zu Versickerungen von Glyphosat bei unterschiedlichen Gehwegbelägen in Abhängigkeit der Fugendichte kommt und ob Abschwemmungen des Mittels nach Rotofix-Einsatz und ein Eintrag in die Regenentwässerung unter Praxisbedingungen im öffentlichen Straßenland zu verzeichnen sind.

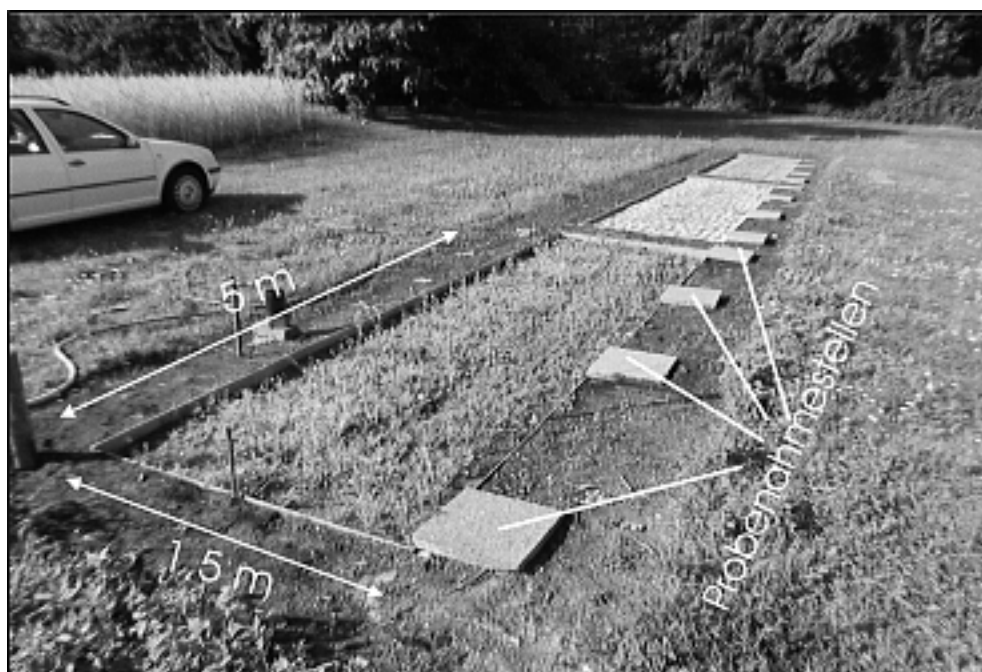
2 Material und Methoden

2.1 Modellversuche (Worst-case-Szenarien)

Zur Überprüfung der Einhaltung der Einsatzparameter des Walzenstreichgerätes „Rotofix“ wurden auf dem Gelände der BBA Berlin-Dahlem Modellversuche angelegt. Beispielhaft erfolgte die Anlage von drei Modellwegen mit typischen Belägen, wie sie im kommunalen Bereich üblich sind (Kleinpflaster, Gehwegplatten, wassergebundene Wegedecke). Es handelte sich hierbei um eine Kastenanlage, wobei in Wannen aus Aluminiumblech (1,5 m × 5,0 m × 0,5 m), die mit jeweils vier Ausläufen zur Entnahme von Sickerwasser versehen waren, entsprechend den Vorschriften für den Wegebau auf eine verdichtete, 30 cm starke Tragschicht aus Kies die Beläge aufgebracht wurden. Um einen natürlichen Bewuchs zu simulieren, erfolgte die Einsaat einer Unkrautsamenmischung in die Ritzen der Beläge (Abb. 1).

Nachdem die Pflanzen eine Wuchshöhe von 5–10 cm erreicht hatten, dies ist für einen optimalen Behandlungserfolg wichtig, konnten die Parzellen mit dem Rotofix-Gerät behandelt werden.

Abb. 1. Anlage für Modellversuche.



Tab. 1. Versuchsbedingungen 2004

Parameter	Beschreibung
Aufwandmenge	10%-ige Roundup-Ultra-Lösung (incl. 100 ml Spülmittel zur Schaumbildung)
Applikationsgeschwindigkeit	Schritttempo
Beregnungsbeginn	15 Minuten nach Applikation
Regenmenge	Kleinpflaster und Gehwegplatten je 8,4 mm Wassergebundene Wegedecke 14 mm (in Abhängigkeit des Auftretens von Sickerwasser)
Regenintensität	10 Minuten/Parzelle
Wetterbedingungen	Sonnig 24 °C, Windstille, niederschlagsfrei
Probenahmen	0 (30 min), 3, 6 und 15 d nach Applikation

Dazu wurden die einzelnen Versuchsflächen zunächst so lange beregnet, bis aus den Ausläufen Sickerwasser austrat. Nach einer 24-stündigen Konsolidierung der Flächen erfolgte dann die Applikation mit dem Walzenstreichgerät laut Gebrauchsanweisung des Herstellers. Um einen Regenschauer zu simulieren, wurden 15 Minuten nach der Applikation, nachdem der Herbizidschaum angetrocknet war, die Flächen so lange beregnet, bis es erneut zum Ablauf von Wasser kam. Die detaillierten Versuchsbedingungen sind in Tabelle 1 dargestellt.

2.2 Freilanduntersuchungen

Um Untersuchungen zur Einschwemmung von Glyphosat in die Regenentwässerung unter Praxisbedingungen durchführen zu können, wurden in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzamt Berlin, der Berliner Stadtreinigung und den Berliner Wasserbetrieben erste Freilandstudien durchgeführt. Dazu mussten zunächst Straßenzüge ermittelt werden, von denen man wusste, dass

- keine Mischwasserableitung erfolgt,
- der Abfluss aus einem definierten Einzugsgebiet erfolgt,
- die Behandlungsfläche hinreichend groß ist, um einen Eintrag analytisch überhaupt erfassen zu können und
- die Entwässerungsschächte gefahrlos zugänglich sind.

Es konnten drei Straßenzüge gefunden werden, die diese Bedingungen erfüllten. Unabhängig von diesen Verkehrswegen wurden außerdem noch drei Oberflächengewässer in die Unter-

suchungen einbezogen, von denen bekannt war, dass sie als Vorflut für die Regenentwässerung dienen.

2.3 Analytik

Auf Grund der chemisch-physikalischen Eigenschaften von Glyphosat und seinem Hauptmetabolit Aminomethylphosphonsäure (AMPA) (z. B. hohe Wasserlöslichkeit, geringe Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln) ist eine klassische Extraktion durch Flüssig-flüssig-Verteilung nicht möglich. In Anlehnung an die DIN 38407-F22 (ANONYMUS, 2001) werden Wirkstoff und Hauptmetabolit nach Einstellung der Wasserprobe auf pH 2 mittels eines Chelex-100-Ligandenaustauscherharzes (Fe-beladen) isoliert und die mitelierten Fe-Ionen anschließend an einem Anionenaustauscher entfernt. Die chromatographische Trennung von Glyphosat und AMPA erfolgte mittels eines Hochdruckflüssigchromatographen der Firma Gynkotec. Die aufgetrennten Substanzen wurden direkt einer Nachsäulenderivatisierung zugeführt (System Pickering PCX 5200) und durch Fluoreszenzdetektion nachgewiesen (Bestimmungsgrenze: 0,1 µg/l; Nachweisgrenze: 0,05 µg/l).

3 Ergebnisse

3.1 Modellversuche

Die in der Grafik (Abb. 2) dargestellten Ergebnisse zeigen ein differenziertes Bild beim Leaching-Verhalten von Glyphosat. Die höchsten Glyphosatkonzentrationen traten mit 10,6 mg/l unmittelbar nach der Beregnung im Sickerwasser der Gehwegplatten-Variante auf, wobei drei Tage später der Wert bereits um das mehr als Dreifache zurückging. Im weiteren Versuchsverlauf nahm der Gehalt im Sickerwasser stetig ab. Anders verhielt es sich beim Lehmweg (wassergebundene Wegedecke) und beim Kleinpflaster. Dort konnten die Maxima am dritten Versuchstag nachgewiesen werden, lagen jedoch deutlich unter dem Niveau der Gehwegplatten-Variante. AMPA trat in allen drei Varianten bereits unmittelbar nach der Beregnung auf, überstieg jedoch während der gesamten Versuchsdauer nicht die 0,1-mg/l-Marke.

Betrachtet man die Ergebnisse aus prozentualer Sicht, so fällt auch hier das Konzentrationsmaximum von Glyphosat im Leachat bei der Platten-Variante auf. Bezogen auf die 10%-ige Ausgangskonzentration der Brühe waren es jedoch lediglich 0,03 % der ausgebrachten Glyphosatmenge, die in den Fugen versickerten, die 30-cm-Tragschicht passierten und ausgewa-

Tab. 2. Glyphosat- und AMPA-Rückstände in ausgewählten Berliner Oberflächengewässern

Gewässer	Glyphosat [µg/l]	AMPA [µg/l]
Buschgraben	0,2	0,3
Dreipfuhl	0,7	0,5
Krumme Lanke	0,4	< 0,1

schen wurden. Dass es sich bei dieser Erscheinung nicht um einen Zufallsbefund handelt, konnte in einem inzwischen durchgeführten zweiten Versuch bestätigt werden.

3.2 Freilanduntersuchungen

Die Beprobung der drei ausgewählten Straßenzüge erwies sich als recht schwierig, da bei schwachen Niederschlagsereignissen nicht genügend Wasser für die Probenahme zur Verfügung stand. So konnte erst 13 Tage nach der Behandlung bei 6 mm Niederschlag jeweils eine Schöpfprobe gezogen werden. Die gefundenen Konzentrationen lagen zwischen 0,1 und 0,3 µg/l Glyphosat und 0,1 bis 0,7 µg/l AMPA.

Die Untersuchungen der drei zusätzlich in das Überwachungsprogramm aufgenommenen Oberflächengewässer erfolgten nach Abschluss der durch die Berliner Stadtreinigung durchgeführten Frühjahrsbehandlungen. Es zeigte sich, dass es zu Einträgen, jedoch auf niedrigem Niveau (Tab. 2), gekommen war.

4 Diskussion

Auf der Suche nach einer umweltschonenden Methode bei der Bekämpfung von Wildwuchs auf urbanen Flächen ist es mit dem Einsatz des Walzenstreichgerätes Rotofix gelungen eine Kontamination des Oberbodens, wie es beim Einsatz von Spritzgeräten unvermeidlich ist, weitgehend zu verhindern. Andererseits besteht jedoch, wie die unter Worst-case-Bedingungen durchgeführten Modelluntersuchungen zeigten, offensichtlich ein Restrisiko einer Gewässerkontamination durch Pflanzenschutzmittel (PSM), wenn Anwendungsbestimmungen und Auflagen der Zulassungs- und Genehmigungsbehörde nicht beachtet werden. Dies belegen bundesweite Glyphosاتفunde in Kanalisationswässern und Kläranlagen außerhalb des Anwendungsfensters im landwirtschaftlichen und gärtnerischen Bereich. AUGUSTIN u. a. (2002) sehen darin ein Indiz, dass die Herbizidbehandlung auf teilversiegelten Flächen eine langsam fließende Wirkstoffquelle

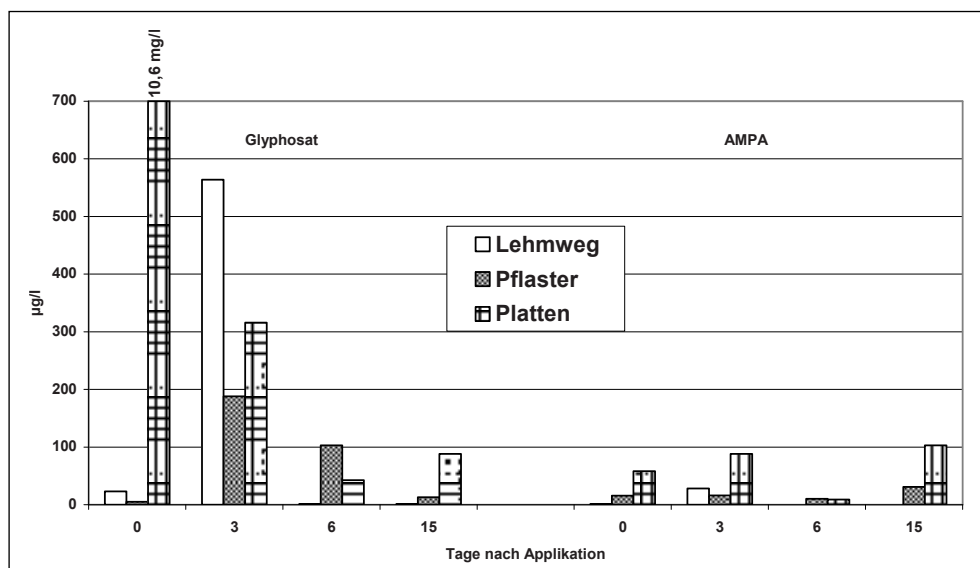


Abb. 2. Glyphosat und AMPA im Sickerwasser.

darstellen könnte. Das belegen auch die mit der oben beschriebenen Modellanlage (Worst-case-Szenario) gewonnenen Ergebnisse. Zwar konnten nur unmittelbar nach der Beregnung die höchsten Glyphosatkonzentrationen im Sickerwasser nachgewiesen werden, jedoch wurde auch hier noch über einen längeren Zeitraum immer wieder Wirkstoff nachgeliefert. Besonders deutlich war dies bei der Variante „wassergebundene Wegedecke“ zu erkennen. Hier konnten noch ein Jahr nach Versuchsende 1,6 µg/l Glyphosat im Wasser nachgewiesen werden.

Inwieweit Fugenteil bzw. Fugengröße und Fugensubstanz auf das Leaching-Verhalten einen Einfluss haben, ist noch zu klären. Sicher ist, dass das Fugenmaterial im Vergleich zu natürlichen Böden eine veränderte Zusammensetzung aufweist, so dass Daten, wie sie z. B. aus Adsorptions-Desorptionsstudien bekannt sind (EUROPEAN COMMISSION, 2002), nicht vollständig auf dieses Szenario übertragen werden können. Außerdem sind die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Fugenmaterials zu charakterisieren, da hierdurch Hinweise zur Sorption des Wirkstoffes erhalten werden können, die nach PICCOLO et al. (1996) hauptsächlich vom Tonmineralegehalt, dem Gehalt an Eisen- und Aluminiumoxid sowie Huminstoffen abhängt. Denkbar wäre auch, dass es z. B. unter den Gehwegplatten zu bevorzugten Fließwegen kommt, da sich bei Starkregen das Wasser auf der Oberfläche staut und dann erst allmählich durch die Fugen versickert. Hierzu sind noch weitere Untersuchungen notwendig.

Die Freilanduntersuchungen – auch wenn man die Probenahmen im ersten Versuchsjahr noch nicht als repräsentativ bezeichnen kann – haben gezeigt, dass nach einem Rotofixeinsatz auf teilversiegelten Flächen nicht mit einem massiven Glyphosat-eintrag in die Regenentwässerung gerechnet werden muss. Dies belegen auch die Untersuchungen an den drei Oberflächengewässern, in die Regenentwässerungen münden. Fraglich ist, ob die Einträge überhaupt vom Rotofixeinsatz herrühren oder von anderweitigen (illegalen) Einsätzen im Privatbereich (z. B. Spritzbehandlung von Einfahrten oder Hofflächen) stammen. Das ist bei einem so heterogenen Einzugsgebiet, wie es in diesem Fall vorliegt, nicht zweifelsfrei zu klären. Deshalb soll zukünftig neben den Untersuchungen auf öffentlichen Straßen

auch noch auf einem nichtöffentlichen Gelände eine Probenahmestelle eingerichtet werden, um die Rahmenbedingungen besser kontrollieren zu können.

Durch die Glyphosat- und AMPA-Funde in den Modelluntersuchungen wird deutlich, dass insbesondere nicht genehmigte Herbizidanwendungen auf öffentlichen und privaten Straßen und Plätzen, wo Anwendungsbestimmungen und Auflagen nicht beachtet werden, ein Risiko für Gewässer darstellen können. Die ersten Ergebnisse der Freilanduntersuchungen zeigen aber auch, dass durch die geringe Belastung des Regenwassers befestigte teilversiegelte Flächen mit dem Walzenstreichgerät Rotofix, nach entsprechender behördlicher Genehmigung, behandelt werden können. Es wird den Kommunen empfohlen, die Rotofix-Anwendungen auf jeden Fall bei niederschlagsarmer Wetterlage in den Monaten Juni bis September durchzuführen, wobei jedoch ein direktes Überfahren der Regenwassereinfläufe (Gullys) aus Vorsorgegründen nicht gestattet werden sollte.

5 Literatur

- ANONYMUS, 1998: Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) BGBl. I, S. 971.
- ANONYMUS, 2001: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Bestimmung von Glyphosat und Aminomethylphosphonsäure (AMPA) in Wasser durch Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC), Nachsäulenderivatisierung und Fluoreszenzdetektion (F22). Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F) – Teil 22, Ausgabe 2001-10.
- AUGUSTIN, B., H. SEIBEL, 2002: Behandlung versiegelter Flächen – mögliche Quelle für die Belastung von Oberflächengewässern mit Pflanzenschutzmitteln. *Gesunde Pflanzen* **54** (7), 235–240.
- EUROPEAN COMMISSION, 2002: Glyphosat, Commission Working Document, 6511/VI/99-final.
- PICCOLO, A., G. CELANO, and P. PONTE, 1996: Adsorption of Glyphosate by Humic Substances. *J. Agric. Food Chem.* **44**, 2442–2446.

Zur Veröffentlichung angenommen: November 2005

Kontaktanschrift: Dr. Heinz Schmidt, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Ökotoxikologie und Ökochemie im Pflanzenschutz, Königin-Luise-Straße 19, 14195 Berlin, Deutschland, E-Mail: h.schmidt@bba.de