

**VfEW
DVGW
VKU
Städtetag
Gemeindetag
TZW**

Grundwasserdatenbank Wasserversorgung

**Verlagerungs- und Abbauverhalten
ausgewählter Sulfonylharnstoff-
Herbizide im Boden**

**Matthias Geiges, Joachim Kiefer & Dirk Betting
(2008)**

**Gefördert durch den Innovationsfonds
Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co. KG**



1. Anlass und Zielsetzung

Sulfonylharnstoffe (SHS) werden seit Mitte der 1980er Jahre als Herbizide gegen zwei-keimblättrige Unkräuter in der Landwirtschaft eingesetzt. In Deutschland sind derzeit 43 Produkte zugelassen, die insgesamt 17 verschiedene Sulfonylharnstoffe enthalten (BVL, Stand April 2008).

Die Auswertung der Fachliteratur der letzten Jahre ergab vermehrt Hinweise darauf, dass einige Wirkstoffe aus der Gruppe der Sulfonylharnstoff-Herbizide das Potential zur Auswaschung in das Grundwasser besitzen. Darauf deuten auch nationale und inter-nationale Einzelbefunde der Wirkstoffe Nicosulfuron (LFU SAAR 2002; BATTAGLIN ET AL 1999), Thifensulfuron-methyl und Metsulfuron-methyl (TZW 2007) im Grundwasser hin. Einzelbefunde der Wirkstoffe Amidosulfuron, Metsulfuron-methyl, Nicosulfuron und Iodosulfuron-methyl liegen nach Angaben des Landesgesundheitsamts Baden-Württemberg (TZW 2007) inzwischen auch für Trinkwässer vor. In Oberflächengewässern wurde Nicosulfuron, Prosulfuron und Thifensulfuron-methyl (BATTAGLIN ET AL 1999) ebenfalls nachgewiesen. Auch wenn einige dieser Einzelbefunde auf analytische Bestimmungsfehler zurückzuführen sein sollten, zeigen die Befunde in ihrer Gesamtheit betrachtet, dass diese Wirkstoffgruppe durchaus ein Potential zum Eintrag in die aquatische Umwelt besitzt. Da sich einige dieser Wirkstoffe zudem im Grundwasser und bei der künstlichen Grundwasseranreicherung als äußerst persistent erwiesen haben (Preuß 2002), ist eine Grundwassergefährdung somit nicht grundsätzlich auszuschließen.

Das Interesse der Wasserversorgungsunternehmen bzgl. der Auswaschungsgefährdung dieser Wirkstoffe ins Grundwasser ist infolge der Anlage 2, Teil 1 der Trinkwasserverordnung (TRINKWV 2001) begründet, wonach diejenigen Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte untersucht werden sollen „deren Vorhandensein in einer bestimmten Wasserversorgung wahrscheinlich ist“.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, neue Erkenntnisse zum Versickerungsverhalten unter kritischen Bedingungen (beispielsweise Herbstapplikation) zu liefern. Für sechs ausgewählte Sulfonylharnstoff-Herbizide wurde das Verlagerungs-, Abbau- und Auswaschungsverhalten unter verschiedenen Standortbedingungen untersucht und das Gefährdungspotential dieser Herbizide für das Grundwasser beispielhaft bewertet. Durch den Vergleich eines „worst case“ - Szenarios und gängiger landwirtschaftlicher Praxis einerseits und durch die Auswahl von Freiland-Versuchsstandorten mit unterschiedlichen Bodenarten in Kombination mit Säulenversuchen im Labor andererseits, sollten Ansätze für eine bessere Bewertung des Gefährdungspotentials unter verschiedenen Standortbedingungen gewonnen werden.



2. Einsatz von Sulfonylharnstoff-Herbiziden

Sulfonylharnstoffe werden als Nachauflauf-Herbizide gegen zweikeimblättrige Unkräuter im Getreide- und Maisanbau eingesetzt. Darüber hinaus finden sie jedoch auch bei der Unkrautbekämpfung auf Golfplätzen Verwendung (MÜLLER ET AL 1997). Der weltweit zunehmende Einsatz dieser Stoffgruppe ist vor allem auf ihre geringe Säugetier-Toxizität, ihr hohes Wirkungsvermögen gegen Unkräuter und die niedrigen Ausbringungsraten (7–45 g/ha) zurückzuführen. Ein Prozent der ursprünglich ausgebrachten Wirkstoffmenge reicht dabei beispielsweise noch aus, um bei Zwischenfrüchten Nachbauprobleme auszulösen (BATTAGLIN ET AL 1999).

Die zunehmende Bedeutung der Sulfonylharnstoff-Herbizide machte bereits die bundesweite Studie „Neptun 2000“ der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA 2002) deutlich. In dieser Studie wurde der prozentuale, bundesweite Einsatz einzelner Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe pro Fläche und landwirtschaftlicher Kultur in einem Zeitraum von Herbst 1999 bis Sommer 2000 ermittelt. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 dargestellt.

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Gruppe der Sulfonylharnstoffe eine bedeutende Rolle im Pflanzenschutz von Getreide- und Maiskulturen spielt. Dies wird besonders im Maisanbau deutlich. Hier war Nicosulfuron nach Terbutylazin der verbreitetste Wirkstoff im gesamten Bundesgebiet. Betrachtet man die Sulfonylharnstoffe des Weiteren in ihrer Gesamtheit, so übertreffen sie im Mais- und Sommergersteanbau sogar den Flächenanteil des am häufigsten ausgebrachten Einzelwirkstoffs.

Tabelle 1: Bundesweiter, flächenmäßiger Anteil des Einsatzes von Sulfonylharnstoffen (SHS) auf bestimmten landwirtschaftlichen Kulturen mit Angabe der Platzierung im Ranking (BBA 2002):

	Winterweizen	Winterroggen	Sommergerste	Triticale	Mais
Amido-sulfuron	4,6% (Platz 6)	2,2% (Platz 8)	4,3% (Platz 10)	2,3% (Platz 10)	-
Iodosulfuron-methyl	1,4% (Platz 22)	1,0% (Platz 20)	-	-	-
Metsulfuron-methyl	3,0% (Platz 14)	2,4% (Platz 7)	5,3% (Platz 8)	3,4% (Platz 7)	-
Thifensulfuron-methyl	2,6% (Platz 18)	2,1% (Platz 9)	3,9% (Platz 11)	3,5% (Platz 6)	1,9% (Platz 12)
Triasulfuron	-	-	1,6% (Platz 16)	2,1% (Platz 12)	-
Nicosulfuron	-	-	-	-	15,4% (Platz 2)
Summe SHS (gesamt)	11,6 %	7,7 %	20,5 % ¹⁾	11,3 %	29,1 % ²⁾
Platz 1 im Ranking	Isoproturon (13,2 %)	Diflufenican (29,1 %)	Diflufenican (13,2 %)	Diflufenican (24,9 %)	Terbutylazin (23,8 %)

1) Zusätzlich Tribenuron (5,4 %)

2) Zusätzlich Rimsulfuron und Prosulfuron (11,8 %)



3. Methodik

Um das Transportverhalten von Sulfonylharnstoff-Herbiziden exemplarisch zu untersuchen, wurden sowohl Freiland- als auch Laboruntersuchungen mit den nachfolgend aufgeführten Wirkstoffen durchgeführt:

- **Amidosulfuron**
- **Iodosulfuron-methyl**
- **Metsulfuron-methyl**
- **Nicosulfuron**
- **Thifensulfuron-methyl**
- **Triasulfuron**

Standorten mit unterschiedlichen Bodeneigenschaften sowie an einem Standort im Donauried statt. Bei den Standorten in der Oberrheinebene handelte es sich zum einen um eine brachliegende Versuchsfläche des TZW im Wasserschutzgebiet (WSG) Bruchsal, und zum anderen um eine ca. 15 km süd-westlich von Freiburg gelegene Versuchsfläche im WSG Hausen, die in eine bewirtschaftete und eine brachliegende Projektparzelle aufgliedert wurde. Mit dem vom Zweckverband Landeswasserversorgung zur Verfügung gestellten Standort im WSG Donauried war zudem die Möglichkeit gegeben, die Aussagekraft der Untersuchungen nochmals zu erweitern, da mit dem dort installierten Lysimeter Sickerwasser aus 1,6 m Tiefe beprobt werden konnte. Im Projektzeitraum wurden zu Beginn der jeweiligen Grundwasserneubildungsperiode (2005/06; 2006/07; 2007/08) jeweils zwei SHS-Wirkstoffe mit einem vom amtlichen Pflanzenschutzdienst des Landes Baden-Württemberg genutzten Parzellenspritzgerät in praxisnahen Aufwandmengen auf diesen Versuchsflächen ausgebracht.

Für die Laboruntersuchungen wurde eine spezielle Labor-Säulenanlage des TZW verwendet. Mit diesen Versuchen sollte zum einen der Abbau der Sulfonylharnstoffe im Oberboden (Füllhöhe der Säulen: 30 cm) sowie zum anderen das Auswaschungsverhalten in tiefere Bodenschichten (Füllhöhe der Säulen: 90 cm) untersucht werden. Zudem wurde der Einfluss des mikrobiellen Abbaus auf das Auswaschungsverhalten der Sulfonylharnstoffe untersucht. Hierzu wurden die Versuchsserien mit natürlichem und mikrobiell inhibiertem Bodensubstrat durchgeführt. Um möglichst naturnahe Verhältnisse zu simulieren, erfolgte die Beregnung dabei nicht kontinuierlich, sondern mit Trockenphasen zwischen den einzelnen Beregnungsintervallen.

Der methodische Projektansatz ist in Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt.



<u>Freilandversuche mit Lysimetern und Saugkerzen</u>	<u>Laborversuche an einer ungesättigten Säulenanlage</u>
<p><u>Projektfläche Bruchsal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bodenart: lehmiger Sand • 2 Lysimeter: - 90 cm Tiefe - ungestörter Einbau • 2 Saugkerzen in 90 cm Tiefe • Bewuchs: Brache („worst case“) • Bestimmung des Wassergehalts in 30, 60 und 90 cm Tiefe • Einsatz von Bromid (Referenztracer) <p><u>Projektfläche Hausen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zwei Versuchspartzellen • Bodenart: lehmiger Schluff • 3 Saugkerzen je Parzelle in 90 cm Tiefe • Bewuchs: a) Brache („worst case“) b) Getreide <p><u>Projektfläche Donauried:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Lysimeter: - 155 cm Tiefe - ungestörter Einbau • Bodenart: sandiger Schluff • Bewuchs: Brache („worst case“) • Einsatz von Bromid (Referenztracer) <p><u>Einsatz der Wirkstoffe:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Praxisnahe Aufwandmenge • Ausbringung zu Beginn der Grundwasserneubildungsperiode („worst case“) • Versuchsdauer: 3 Grundwasserneubildungsperioden • Pro Grundwasserneubildungsperiode Ausbringung von zwei SHS-Wirkstoffen 	<p><u>Durchgeführte Versuche:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Versuch: 3 Säulen (Füllhöhe 30 cm) mit natürlichem Bodensubstrat Laufzeit: 6 Wochen 2. Versuch: 3 Säulen (Füllhöhe 30 cm) mit mikrobiell inhibiertem Bodensubstrat Laufzeit: 6 Wochen 3. Versuch: 3 Säulen (Füllhöhe 90 cm) mit natürlichem Bodensubstrat 1 Säule (Füllhöhe 90 cm) mit mikrobiell inhibiertem Bodensubstrat Laufzeit: 18 Wochen <p><u>Substrat:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestörter, schichtentreuer Einbau von Substrat der Projektfläche in Bruchsal <p><u>Berechnung (gleiches Schema bei allen drei Versuchen):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnungsmenge: monatlich ca. 100 mm • Berechnungsintensität: variierend von 2 bis 4,2 mm * h⁻¹ über maximal 4 h • Berechnungspausen: variierend zwischen 20 h und 7 d <p><u>Einsatz der Wirkstoffe:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Praxisnahe Aufwandmenge • jeweils zwei Wirkstoffe je Säule (Ausnahme: alle 6 Wirkstoffe in der Säule mit einer effektiven Füllhöhe von 90 cm und mikrobiell inhibiertem Bodensubstrat) • Einsatz von Bromid als Referenztracer in jeder Säule

Abbildung 1: Methodischer Projektansatz



4. Gefährdungspotential des Grundwassers durch die eingesetzten Sulfonylharnstoff-Herbizide

Ein Nachweis der ausgebrachten SHS-Wirkstoffe im Sicker- und Bodenwasser der Freiland-Versuchseinrichtungen gelang mit Ausnahme des Wirkstoffs Metsulfuron-methyl, der in der Grundwasserneubildungsperiode 2005/06 im Bodenwasser der Versuchsfläche Hausen nachweisbar war, lediglich in den Messeinrichtungen der Versuchsfläche Bruchsal. Der Grund hierfür dürfte sein, dass der Boden auf der Versuchsfläche Bruchsal aufgrund seiner überwiegend sandigen Bodenart die höchste Durchlässigkeit aller Versuchsstandorte aufweist und die Auswaschung der Wirkstoffe somit begünstigt.

Eine Übersicht der Ergebnisse der Freilandversuche geben die Tabellen 2 und 3.

Tabelle 2: Ergebnisse der Freilandversuche auf der Versuchsfläche Bruchsal

	Lysimeter Bruchsal				Saugkerzen Bruchsal			
	Ø Konz. (ng/L)		Max. Konz. (ng/L)		Ø Konz. (ng/L)		Max. Konz. (ng/L)	
	Lysi. 1	Lysi. 3	Lysi. 1	Lysi. 3	Saugk. 2	Saugk. 5	Saugk. 2	Saugk. 5
1. Freilandversuch (GW- Neubildungsperiode 2005/2006)								
Metsulfuron-methyl	16	<BG	82	17	140	57	290	110
Thifensulfuron-methyl	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
2. Freilandversuch (GW- Neubildungsperiode 2006/2007)								
Nicosulfuron	219	154	440	300	104	261	210	540
Triasulfuron	<BG	<BG	29	<BG	<BG	<BG	18	22
3. Freilandversuch (GW- Neubildungsperiode 2007/2008)								
Amidosulfuron	93	35	310	75	<BG	11	11	17
Iodosulfuron-methyl	<BG	<BG	52	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
Metsulfuron-methyl*	60	<BG	171	19	27	13	58	17

BG = 10 ng/L

* Abbauprodukt von Iodosulfuron-methyl

Tabelle 3: Ergebnisse der Freilandversuche auf der Versuchsfläche Hausen

	Saugkerzen Hausen											
	Ø Konz. (ng/L)						Max. Konz. (ng/L)					
	SK. 1	SK. 2	SK. 3	SK. 4	SK. 5	SK. 6	SK. 1	SK. 2	SK. 3	SK. 4	SK. 5	SK. 6
1. Freilandversuch (GW- Neubildungsperiode 2005/2006)												
Metsulfuron-methyl	< BG ¹⁾	100 ¹⁾	183 ¹⁾	49 ²⁾	11 ²⁾	52 ²⁾	< BG ¹⁾	170 ¹⁾	360 ¹⁾	110 ²⁾	31 ²⁾	79 ²⁾
Thifensulfuron-methyl	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
2. Freilandversuch (GW- Neubildungsperiode 2006/2007)												
Nicosulfuron	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Triasulfuron	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
3. Freilandversuch (GW- Neubildungsperiode 2007/2008)												
Amidosulfuron	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Iodosulfuron-methyl	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

1) brachliegende Fläche

2) mit Wintergetreide bestellte Fläche

BG = 10 ng/L

Der Wirkstoff **Metsulfuron-methyl** zeigte sowohl in den Freiland- als auch in den Säulenversuchen die günstigsten Auswaschungseigenschaften aller untersuchten Wirkstoffe. Dies macht die Verlagerung dieses Wirkstoffs in tiefere Bodenschichten selbst bei Ausbringung auf einem lehmigen Boden mit Pflanzenbestand (vgl. Tab. 3) sowie



die höchsten gemessenen Wiedererhalte aller eingesetzten Wirkstoffe deutlich. Hinzu kommt, dass Metsulfuron-methyl nicht nur als Wirkstoff, sondern auch als Hauptmetabolit von Iodosulfuron-methyl auftritt.

Nicosulfuron wies unter sandigen Standortbedingungen die höchsten ausgewaschenen Wirkstoffmengen auf. Dies traf sowohl für die Freilandversuche als auch für die Säulenversuche mit einer Füllhöhe von 90 cm zu. Der Verlauf der Nicosulfuron-Auswaschung ist beispielhaft in der Abbildung 2 für das Sickerwasser eines Lysimeter am Standort Bruchsal aufgezeigt. Die durchschnittliche Konzentration im Sickerwasser der Lysimeter lag bei rund 0,2 µg/L. Der Grund der höheren Auswaschungsmengen von Nicosulfuron sind die gegenüber Metsulfuron-methyl deutlich höheren Aufwandsmengen dieses Wirkstoffs. Sowohl die Freilandversuche, in denen der Wirkstoff noch 1 ½ Jahre nach seiner Ausbringung im Sickerwasser nachgewiesen werden konnte, als auch die Säulenversuche machten das hohe Adsorptionspotential von Nicosulfuron deutlich. Aufgrund dieses Adsorptionspotentials wurde ein Nachweis im Sicker- bzw. Bodenwasser in 90 cm Tiefe nur unter sandigen Bodenverhältnissen erbracht. Die Bildung eines Depots, aus dem der Wirkstoff möglicherweise erst später freigesetzt wird und dann allmählich mit dem Sickerwasser ausgetragen wird, kann bei der Anwendung auf weniger durchlässigen Böden allerdings nicht ausgeschlossen werden.

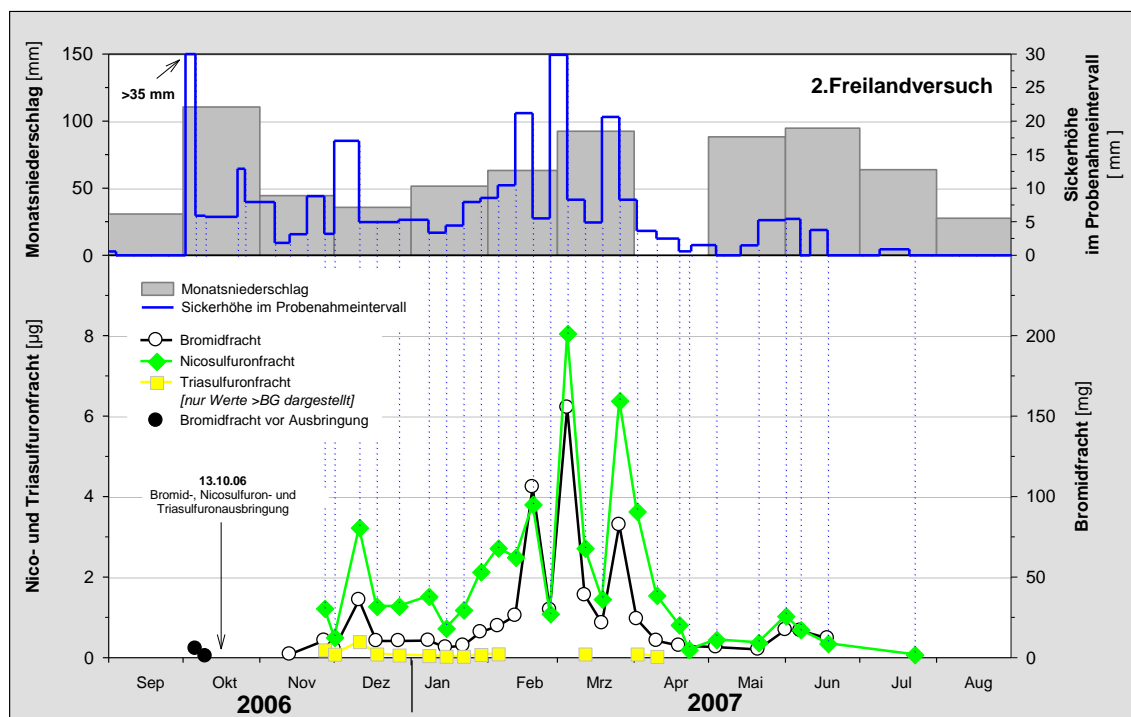


Abbildung 2: Monatsniederschlagssummen, Sickerhöhe im Probenahmeintervall sowie die Nicosulfuron-, Triasulfuron- und Bromidfracht auf der Lysimeterfläche 1 (Bruchsal)



Amidosulfuron erwies sich in den unter naturnahen Bedingungen durchgeführten Säulenversuchen als gut abbaubar, wohingegen unter mikrobiell inhibierten Versuchsbedingungen eine wesentlich höhere Auswaschung dieses Wirkstoffs stattfand. Im Freiland wurde Amidosulfuron unter sandigen Standortbedingungen in einer durchschnittlichen Konzentration von bis zu 93 ng/L im Sickerwasser nachgewiesen. Die maximal im Sickerwasser nachgewiesene Konzentration betrug 310 ng/L (0,31 µg/L). Dies zeigt, dass eine Auswaschung des Wirkstoffs Amidosulfuron insbesondere dann nicht auszuschließen ist, wenn dieser erst einmal in tiefere Bodenhorizonte gelangt ist und sein Abbau dort infolge verminderter mikrobieller Tätigkeit wesentlich langsamer erfolgt als im Oberboden. Bindigere Bodenverhältnisse mit entsprechend längeren Verweilzeiten der Wirkstoffe führen vermutlich zu wesentlich schnelleren Abbauraten, so dass ein Austrag ins Grundwasser dann eher unwahrscheinlich ist.

Die Wirkstoffe **Triasulfuron** und **Iodosulfuron-methyl** wurden in den Freilandversuchen nur in geringen Konzentrationen von maximal ca. 50 ng/L gemessen und sind somit auch unter sandigen Standortbedingungen relativ gut abbaubar. Zu beachten ist allerdings, dass Metsulfuron-methyl ein Abbauprodukt von Iodosulfuron-methyl darstellt. Da die praxisübliche Aufwandmenge von Iodosulfuron-methyl jedoch etwa dreimal niedriger als diejenige des Wirkstoffs Metsulfuron-methyl ist, dürfte das Risiko einer Auswaschung bei sachgerechter Anwendung als vergleichsweise gering einzustufen sein.

Die unter „naturnahen“ und „mikrobiell inhibierten“ Bedingungen durchgeführten Säulenversuche zeigten für den Wirkstoff **Thifensulfuron-methyl** den größten Einfluss des mikrobiologischen Abbaus. Dementsprechend war Thifensulfuron-methyl trotz der höchsten praxisüblichen Aufwandmengen aller ausgebrachten Wirkstoffe in den Freilandversuchen nicht nachzuweisen.

5. Fazit

Insgesamt zeigten die durchgeführten Freiland- und Laboruntersuchungen, dass trotz der Prüfung der Wirkstoffe im Zulassungsverfahren bei der Ausbringung von Sulfonylharnstoff-Herbiziden auf landwirtschaftlichen Flächen eine Verlagerung in das Grundwasser nicht generell ausgeschlossen werden kann. Die Untersuchungen ergaben Hinweise darauf, dass einige Wirkstoffe aus der Gruppe der Sulfonylharnstoff-Herbizide das Potenzial zur Auswaschung in das Grundwasser besitzen. Nach den vorliegenden Ergebnissen sind bei ungünstigen Bedingungen, etwa einer Herbstapplikation oder Starkniederschlägen unmittelbar nach der Ausbringung, mittlere Konzentrationen im Sickerwasser von über 0,1 µg/L möglich. In Abhängigkeit der Standortbedingungen (Bodenmatrix, Witterungsverhältnisse, mikrobielle Aktivität in der ungesättigten



Zone) ist für die verschiedenen Wirkstoffe mit unterschiedlichen Auswaschungsmengen und -geschwindigkeiten zu rechnen. Eine einheitliche Bewertung der Stoffgruppe ist nicht möglich.

Zu bedenken ist weiterhin, dass Wirkstoffe, die aufgrund geringer Mineralisationsraten eine hohe Stabilität aufweisen und an der Bodenmatrix adsorbierbar sind, im Boden angereichert werden können. Angesichts der Erfahrungen mit dem seit 1991 verbotenen Wirkstoff Atrazin ist daher nicht auszuschließen, dass auch neuere Herbizidwirkstoffe möglicherweise erst nach Jahren ins Grundwasser ausgetragen werden können. Durch die Adsorption in bindigen Böden könnte sich etwa bei Nicosulfuron ein Wirkstoffdepot aufbauen, dessen langfristiges Verhalten aus den vorliegenden Untersuchungsdaten nicht prognostizierbar ist. In diesem Zusammenhang wurde im Rahmen einer Literaturstudie des TZW (TZW 2007) herausgearbeitet, dass aus mikrobiologischer Sicht im Rahmen des PSM-Zulassungsverfahrens erhöhte Anforderungen an die biologischen Mineralisierungsraten von Pestizid-Wirkstoffen gestellt werden müssen.

Die im Jahresbericht der Grundwasserdatenbank zur Beprobung 2007 publizierte Zusammenstellung der häufigsten Befunde von PSM-Wirkstoffen und Metaboliten in Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser (Auswertungen im Rahmen des DVGW-Forschungsvorhabens W1/02/05, Kiefer & Sturm 2008) belegt, dass in den unterschiedlichsten Überwachungsprogrammen vielfach Rückstände von Pflanzenschutzmitteln aus der landwirtschaftlichen Anwendung in den Gewässern und auch im Trinkwasser festgestellt werden. Nach den Ergebnissen des hier beschriebenen aktuellen Forschungsvorhabens ist daher bei einigen Sulfonylharnstoff-Herbiziden eine Einschränkung der Anwendung in Wassereinzugsgebieten mit bestimmten Standorteigenschaften (etwa für Nicosulfuron) oder ein Verzicht auf eine Herbstapplikation der Wirkstoffe Metsulfuron-methyl und Amidosulfuron zu fordern, um möglichen Befunden dieser neuartigen PSM-Wirkstoffe im Rohwasser für die Trinkwassergewinnung frühzeitig vorzubeugen.

Nach TrinkwV (2001), Anlage 2, Teil 1, müssen nur solche Pflanzenschutzmittel überwacht werden, deren Auftreten in einer bestimmten Wasserversorgung wahrscheinlich ist. Nach den vorliegenden Ergebnissen wird daher den zuständigen Behörden sowie Wasserversorgungsunternehmen empfohlen, zumindest die Wirkstoffe Nicosulfuron, Metsulfuron-methyl und Amidosulfuron in ein Grund- bzw. Rohwassermonitoring orientierend mit aufzunehmen, falls entsprechende landwirtschaftliche Nutzungen und Standortbedingungen im Einzugsgebiet der Messstellen bzw. Brunnen vorliegen.



6. Literaturverzeichnis

BATTAGLIN W.A.; FURLONG E.T.; BURKHARDT M.R.; PETER C.J. 1999: Occurance of Sulfonylurea, Sulfonamide, Imidazolinone, and other Herbicides in Midwestern Rivers, Reservoirs and Groundwater, 1998. In Morganwalp D.W. and Buxton H.T., eds.; US Geological Survey Toxic Substances Hydrology Program -- Proceedings of the Technical Meeting, Charleston, South Carolina, March 8-12, 1999 -- Volume 2 -- Contamination of Hydrological Systems and Related Ecosystems: US Geological Survey Water-Resources Investigations Report 99-4018 B.

BBA 2002: NEPTUN 2000 – Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. Berichte aus der biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 98.

BVL 2008: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel in Deutschland mit Informationen über beendete Zulassungen (Stand April 2008).

LfU Saar (Landesamt für Umweltschutz des Saarlandes) 2002: Pflanzenschutzmittel im Grundwasser des Saarlandes 1990-2000.

MÜLLER I.A.; WACHT U. 1997: Analytik von Sulfonylharnstoff-Herbiziden in Wasser mit der Ionenpaarchromatographie. Vom Wasser 89. S. 305-320.

PREUß G. 2002: Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten von Herbiziden verschiedener Produktgenerationen bei der künstlichen Grundwasseranreicherung. Abschlussbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W01/98. IfW, Schwerte.

TZW (2007): Pflanzenschutzmittel in Böden, Grund- und Oberflächenwasser. Vorkommen, Abbau und Zulassung. Veröff. aus dem Technologiezentrum Wasser Band 31.

KIEFER, J. STURM, S. 2008: Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und Metaboliten. Zusammenstellung der häufigsten Funde in Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser. Fachbeitrag zu: Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (2008, Hrsg.): Jahresbericht 2007, Ergebnisse der Beprobung 2007.

Verfasser:

Matthias Geiges,
Joachim Kiefer

Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe, Internet: www.tzw.de

Dirk Betting

badenova AG & Co. KG, Internet: www.badenova.de

