

Pflanzenschutzmitteleinsatz – Risikomindernde Massnahmen bezüglich Abschwemmung

Irene Hanke, Thomas Poiger, Annette P. Aldrich und Marianne E. Balmer
 Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 8820 Wädenswil, Schweiz
 Auskünfte: Thomas Poiger, E-Mail: thomas.poiger@agroscope.admin.ch



Oberflächliche Abschwemmung von einem Maisfeld nach starkem Gewitterregen. (Foto: Thomas Poiger)

Einleitung

Der Einsatz von PSM in der Landwirtschaft kann auf verschiedenen Wegen zu einer Belastung von Oberflächengewässern und damit zu einer möglichen Gefährdung von Wasserorganismen führen: einerseits während der Applikation durch Abdrift der feinen Spritzbrühe-Tröpfchen und andererseits bei Niederschlägen durch oberflächliche Abschwemmung oder Versickerung und Transport via Drainagerohre. Wie Untersuchungen in verschiedenen Gewässern in der Schweiz und im Ausland gezeigt haben, treten erhöhte

PSM-Konzentrationen insbesondere in kleinen Gewässern häufig direkt nach einem stärkeren Niederschlagsereignis auf. Somit kann angenommen werden, dass Einträge durch Abschwemmung massgeblich zur diffusen Gewässerbelastung durch PSM beitragen (vergl. z.B. Doppler *et al.* 2012).

Risikobeurteilung im Rahmen der Zulassung

Die möglichen Risiken für Mensch und Umwelt, die mit der Anwendung eines PSM-Produktes verbunden sind, werden genau geprüft, bevor diese Anwendung in der Schweiz zugelassen wird. Die ökotoxikologische Risiko-

beurteilung basiert auf Daten zur Toxizität und auf einer Abschätzung der Konzentration im Gewässer (Exposition) mit Hilfe von Modellen. Diese Modellrechnung geht von besonders ungünstigen Bedingungen aus (starker Niederschlag, hoher Anteil an abgeschwemmtem PSM und geringe Verdünnung im Gewässer) und liefert somit Konzentrationen, die an der oberen Grenze der Werte liegen sollen, die im Gewässer tatsächlich auftreten können.

Bei Neuzulassungen wird die Risikobeurteilung jeweils nach den aktuell gültigen Methoden und Kriterien durchgeführt. Diese haben sich im Laufe der Zeit jedoch stark verändert, sodass die Risikobeurteilung für bereits länger zugelassene Produkte oftmals nicht mehr auf dem neuesten Stand ist. In einem laufenden Projekt werden diese älteren Produkte gezielt überprüft, unter anderem hinsichtlich der möglichen Gefährdung von Wasserorganismen (Projekt «Gezielte Überprüfung von PSM», BLW 2013).

Momentan zur Verfügung stehende Auflage

Zeigt die Beurteilung einer PSM-Anwendung ein zu hohes Risiko aufgrund von oberflächlicher Abschwemmung, kann derzeit folgende Auflage verfügt werden: «Zum Schutz von Gewässerorganismen vor den Folgen einer allfälligen Abschwemmung ist eine mit einer geschlossenen Pflanzendecke bewachsene, unbehandelte Pufferzone von sechs Metern zu Oberflächengewässern einzuhalten».

Bei sehr hohem Risiko reicht das Risikominderungspotenzial dieser Massnahme alleine allerdings nicht aus. Aus diesem Grund wurde Agroscope vom BLW beauftragt, zusätzliche Massnahmen auszuarbeiten. Parallel dazu wurden auch weitere Optionen zur Risikominderung bei Abdrift entwickelt (Schweizer *et al.* 2014).

Risikominderungsmassnahmen

Das Risiko für Wasserorganismen durch oberflächliche Abschwemmung von PSM wird durch diverse Faktoren beeinflusst. Neben den Eigenschaften der Wirkstoffe sind dies u.a. die eingesetzten Mengen, die Anzahl der Anwendungen, der Zeitpunkt des Einsatzes, die Witterung, das Kulturstadium bei der Applikation, der Abstand zum Gewässer, der Bodentyp und die Topographie. Entsprechend kann die Risikominderung an verschiedenen Orten ansetzen – bei der Anwendung selbst, durch geeignete Massnahmen im Feld, am Feldrand oder kurz vor dem Eintritt ins Gewässer (Abb. 1).

Im Folgenden werden nur Risikominderungsmassnahmen (RMM) diskutiert, die sich direkt mit der Zulassung verknüpfen lassen, d.h. solche, die bei der Bewilligung als Auflage verfügt werden können und auf der

Zusammenfassung

Pflanzenschutzmittel (PSM) können bei Regenereignissen durch oberflächlich abfliessendes Wasser aus behandelten Parzellen abgeschwemmt werden und so in Gewässer gelangen. Damit verbundene Risiken für Wasserorganismen werden bei der Zulassung von PSM beurteilt und gegebenenfalls risikomindernde Massnahmen vorgeschrieben. Derzeit kann zur Risikominderung von Abschwemmung eine Auflage zur Anlage eines sechs Meter breiten, bewachsenen Pufferstreifens verfügt werden. An der Forschungsanstalt Agroscope wurden nun im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) weitere Optionen für risikomindernde Massnahmen geprüft, die zukünftig bei der Zulassung von PSM als Auflagen verfügt werden können. Die Massnahmen sollen die Gewässerbelastung minimieren, gleichzeitig aber die landwirtschaftliche Produktion so wenig wie möglich einschränken. Das Ergebnis dieses Projekts ist eine Liste von Massnahmen, aus denen Produzenten diejenigen auswählen und kombinieren können, die in ihrem Fall besonders geeignet sind oder die sie aus anderen Gründen bereits anwenden (z.B. zum Erosionsschutz). Dazu zählen neben Pufferstreifen am Feldrand neu beispielsweise konservierende Bodenbearbeitung, Anlage von bewachsenen Streifen innerhalb der Parzelle sowie Begrünung in Dauerkulturen.

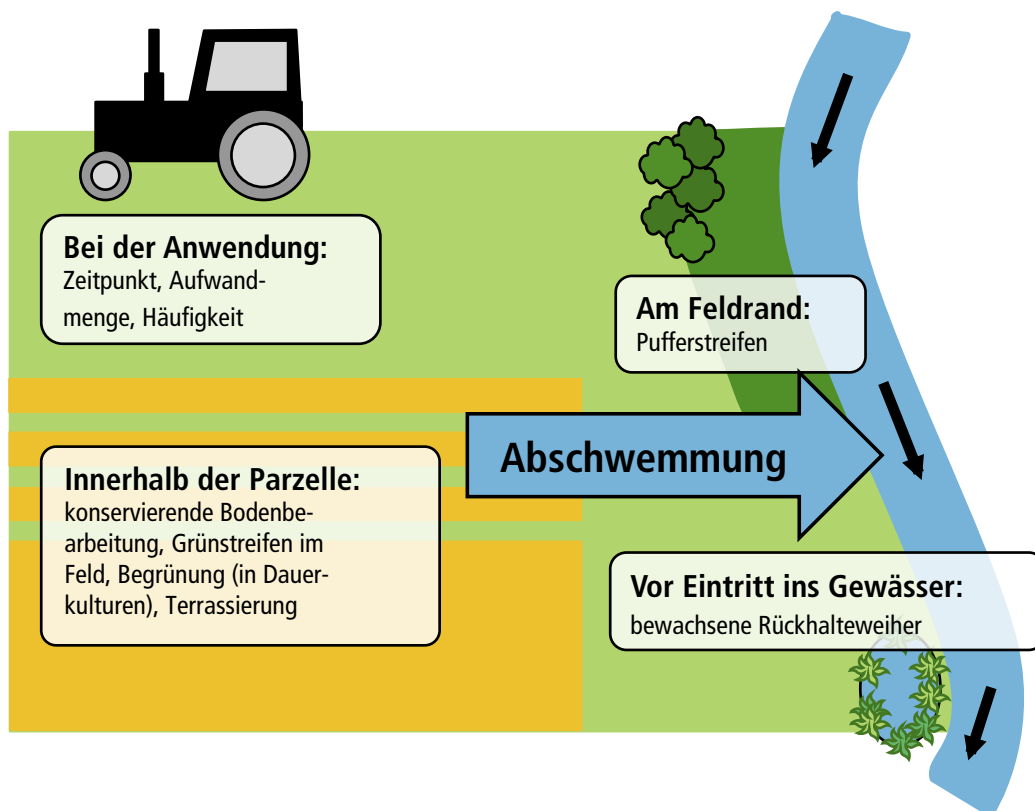


Abb. 1 | Ansatzpunkte für Massnahmen zur Reduktion des Risikos für Wasserorganismen durch den Einsatz von PSM.

Produktetikette resp. in der Gebrauchsanweisung erscheinen müssen. Es tragen auch andere Ansätze erheblich zur Risikominderung bei, etwa solche, die beispielsweise zu einer Verringerung der Anzahl PSM-Anwendungen führen oder die auf Flächen mit besonders hohem Risiko für Abschwemmung die Anwendung einschränken (Stamm *et al.* 2012). Solche Ansätze wurden in diesem Projekt jedoch nicht behandelt.

Die Ausarbeitung der anschliessend vorgestellten RMM stützte sich unter anderem auf eine Arbeit der EU-Arbeitsgruppe FOCUS (Forum for the coordination of pesticide fate models and their use) «Landscape and Mitigation» (FOCUS 2007), den Bericht einer internen Arbeitsgruppe von Agroscope in Wädenswil (Aldrich und Daniel 2006), eine Umfrage zu RMM in umliegenden EU-Staaten (siehe unten) sowie diverse Übersichtsartikel zum Thema (z.B. Reichenberger *et al.* 2007).

Beurteilung einzelner Massnahmen

Reduktion der applizierten Menge. Grundsätzlich werden die Aufwandmengen bereits nach dem Grundsatz «so viel wie nötig, so wenig wie möglich» festgelegt, so dass meist wenig Raum für weitere Reduktionen bleibt. **Saisonale Einschränkungen der Applikation** werden

im Bereich des Grundwasserschutzes häufig verwendet. Beispielsweise ist die Anwendung gewisser Herbizide im Herbst nicht erlaubt, da der Abbau im Boden in der kühleren Jahreshälfte langsamer ist und ausserdem mehr Niederschlagswasser versickert. Dies hat zur Folge, dass mobile Stoffe eher ins Grundwasser gelangen könnten. Bei Abschwemmung lässt sich durch saisonale Einschränkungen hingegen kaum eine Risikominderung erreichen, da intensive oder lang anhaltende Niederschläge, die zu oberflächlichem Abfluss führen, in der Schweiz ganzjährig auftreten können.

Bezüglich **zeitlichem Abstand zwischen Applikation und Niederschlag** wird in der Vollzugshilfe «Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft» der Bundesämter für Umwelt (BAFU) und Landwirtschaft (BLW) festgehalten: «Unmittelbar vor Niederschlägen und auf wassergesättigten Boden sollen PSM (besonders Herbizide) nicht ausgebracht werden, um Auswaschung und Abschwemmung in Gewässer oder andere Schutzgebiete zu verhindern.» (BAFU und BLW 2013). Weitere Einschränkungen auf Stufe Bewilligung sind jedoch nicht sinnvoll, da die Zeitfenster, in denen eine Behandlung notwendig und möglich ist, ohnehin recht schmal sind.



Abb. 2 | Maisfeld nach Direktsaat. Das abgestorbene Pflanzenmaterial zwischen den Reihen verlangsamt das Abfliessen des Wassers und der Boden verschlämmt bei Regen weniger stark. (Foto: Volker Prasuhn, Agroscope)

Diverse Massnahmen, die zur Erosionsprävention und zur Vermeidung von Nährstoffeinträgen in Gewässer bereits angewendet werden, weisen auch ein grosses Potenzial für die Verringerung der Einträge von PSM durch Abschwemmung auf:

Konservierende Bodenbearbeitung: Wenn weniger intensiv oder gar nicht gepflügt wird, ist der Ackerboden in der Regel durchlässiger. Das Regenwasser kann somit besser versickern und es fliesst weniger Wasser oberflächlich ab. Pflanzenreste, die nach dem Ernten zurückbleiben, verlangsamen den Wasserfluss auf der Oberfläche zusätzlich. Gleichzeitig verschlämmt bedeckter Boden bei Regen weniger stark (Abb. 2). Bodenschonende Anbauverfahren sind daher gut geeignet, oberflächliche Abschwemmung zu reduzieren. Sie sind derzeit aber praktisch nur im Feldbau etabliert.

Verschiedene **Massnahmen innerhalb der Parzelle** können dazu beitragen, oberflächliche Abschwemmung gar nicht erst entstehen zu lassen oder die Menge des abfliessenden Wassers zu reduzieren. Im Feld können bewachsene, unbehandelte Streifen, Hecken und andere Barrieren die Hanglänge reduzieren oder die Bildung von konzentrierter Abschwemmung verrin-

gern. Schwellen am Feldrand können zudem den Eintritt von Oberflächenabfluss ins Gewässer verhindern resp. verzögern.

In der Schweiz ist die periodische oder ganzjährige **Begrünung in Dauerkulturen** weit verbreitet (Abb. 3). In Obstanlagen wird generell empfohlen, die Fahrgassen mit einer gut befahrbaren und tragfähigen, dichten Grasnarbe zu begrünen, während die Baumstreifen im Frühjahr und Sommer meist unkrautfrei gehalten werden. Im Weinbau sind regional noch unterschiedliche Verfahren gebräuchlich. Je nach Standort kann die zusätzliche Vegetation mit den Reben zu stark um Wasser konkurrenzieren, weshalb der Boden von Zeit zu Zeit bearbeitet und von Bewuchs freigehalten werden muss. An steilen Hängen ist eine **Terrassierung** wegen Erosionsgefahr sinnvoll. Die Verringerung des oberflächlichen Abflusses führt auch zu geringerer Abschwemmung von PSM (Abb. 4).

Bewachsene Pufferstreifen verbessern die Infiltration von oberflächlich abfliessendem Wasser und den darin gelösten PSM-Rückständen. Durch den dichten Bewuchs werden Bodenpartikel und daran gebundene PSM zurückgehalten. Die erzielbare Reduktion ist abhängig von den physikalisch-chemischen Eigenschaften des



Abb. 3 | Rebberg in Stein am Rhein (SH). Die Begrünung der Fahrgassen reduziert die oberflächliche Abschwemmung von PSM deutlich. (Foto: Thomas Poiger Agroscope)

PSM-Wirkstoffs, der Dauer und Intensität des Niederschlags, der lokalen Situation (Bodeneigenschaften, Topographie) sowie der Breite des Streifens (Lacas *et al.* 2005; Reichenberger *et al.* 2007).

Pufferstreifen zur Risikominderung von Abschwemmung müssen langfristig angelegt werden, damit der Bewuchs ausreichend dicht ist. Daher ist man bei der Festlegung der Breite weniger flexibel als bei Abstandsauflagen für Abdrift, wo es primär um den Abstand zum Gewässer geht. Die derzeit verfügte Mindestbreite von sechs Metern stellt einen guten Kompromiss zwischen Landverbrauch und Wirksamkeit dar. Der höhere Flächenbedarf aufgrund der Verbreiterung des Gewässerabstands von drei auf sechs Meter wurde bereits in anderem Rahmen abgeschätzt (Szerencsits 2008). Allerdings wurden in dieser Abschätzung Wege dem Gewässerabstand zugerechnet, was bei Pufferstreifen gegen oberflächliche Abschwemmung nicht zulässig ist.

Verschiedene Arbeiten haben gezeigt, dass **bewachsene Rückhalteweiher** die PSM-Frachten in oberflächlicher Abschwemmung und Drainagewasser durch Abbau sowie Adsorption an Pflanzen und Sediment deutlich reduzieren können (Grégoire 2010). Grundsätzlich weisen solche Wei-

her ein grosses Potenzial für die Risikominderung von PSM-Einträgen durch Abschwemmung auf. Als RMM im Rahmen der Zulassung kommen sie allerdings erst in Frage, wenn die technischen Grundlagen für die Dimensionierung und den Betrieb geschaffen und die Systeme genügend verbreitet sind.

Bei der Expositionsabschätzung im Rahmen der Zulassung wird von einer relativ geringen Verdünnung der PSM im **betroffenen Gewässer** ausgegangen, um die vielen Kleingewässer ausreichend zu schützen, die gemessen an der Flie遳strecke über die Hälfte der Schweizer Flie遳gewässer ausmachen (Munz *et al.* 2012). In grösseren Gewässern werden abgeschwemmte PSM stärker verdünnt, sodass geringere Expositionskonzentrationen und Belastungsspitzen zu erwarten sind. Diese Annahme wurde durch eine kürzlich publizierte Auswertung von Monitoringdaten aus der Schweiz bestätigt (Munz *et al.* 2012). Weniger strenge Auflagen an grösseren Gewässern wären daher zwar grundsätzlich denkbar, widersprechen jedoch dem Ziel einer möglichst geringen Gewässerbelastung.

Abgeschwemmtes Wasser kann nicht nur oberflächlich in Gewässer fliessen, sondern auch via sogenannte



Abb. 4 | Reberg in Stäfa (ZH). Durch die Terrassierung versickert Regenwasser besser und weniger Wasser kann oberflächlich abfliessen. (Foto: Werner Siegfried, Agroscope)

Kurzschlüsse (Strassenentwässerung, Unterhaltsschächte von Drainagen, etc.). Auf diese Transportwege sollte mit gezielter Beratung aufmerksam gemacht werden. Auflagen in der Bewilligung sind zur Lösung dieser Problematik derzeit eher nicht geeignet.

Umsetzung von Massnahmen in Auflagen

Von den oben diskutierten RMM sind vorderhand folgende für die Umsetzung in Auflagen vorgesehen: bewachsene Pufferstreifen, konservierende Bodenbearbeitung, Massnahmen zur Erosionsminderung im Feld, Begrünung der Fahrgassen im Obst- und Rebbau und Terrassierung.

Die Massnahmen sollten nicht direkt als Auflagen auf der Etiketle erscheinen, sondern separat in einer Weisung aufgeführt werden. In der Weisung werden den Massnahmen Punkte zugeordnet, die dem jeweiligen Risikoreduktionspotential entsprechen (in Analogie zur Abdrift: Höhn *et al.* 2014). Bei einer Kombination mehrerer Massnahmen addieren sich die Punkte. In der Auflage wird lediglich definiert, welche Punktzahl benötigt wird, um das Produkt trotz Abschwemmungsrisiko anwenden zu können.

Dieses Vorgehen soll den Landwirten grösstmögliche Flexibilität bieten, indem jeweils diejenigen Massnahmen gewählt und kombiniert werden können, die in einer bestimmten Situation am besten geeignet sind. Ausserdem können Synergien mit anderen Bereichen (Erosionsschutz, Reduktion von Nährstoffeinträgen in Gewässer) optimal genutzt werden. Die Auslagerung der eigentlichen Massnahmen in eine Weisung erlaubt es, Änderungen und Ergänzungen nach Stand der Technik vorzunehmen, ohne dass die Bewilligungen angepasst werden müssen.

Entwicklung in den umliegenden Ländern

Ende 2011 befragten wir die zuständigen Behörden verschiedener EU-Staaten, ob bei der PSM-Zulassung oberflächliche Abschwemmung als Eintragungspfad in Oberflächengewässer berücksichtigt wird und welche RMM verwendet werden. In Deutschland, Österreich und Frankreich werden bewachsene Pufferzonen von unterschiedlicher Breite vorgeschrieben (zwischen 5 und 20 m). In Deutschland kann auf die Pufferzonen verzichtet werden, sofern das abgeschwemmte Wasser vor dem Eintritt ins Gewässer aufgefangen wird oder wenn ein

Mulch- oder Direktsaatverfahren angewendet wird. In Grossbritannien wurden bezüglich Abschwemmung bislang keine Auflagen verfügt.

Im April und November 2013 wurden zwei internationale Workshops («MAgPIE», mitigating the risk of plant protection products in the environment) mit Vertretern aus Behörden, Wissenschaft und Industrie durchgeführt mit dem Ziel, den Behörden Massnahmen für die Minderung von Risiken durch PSM zur Verfügung zu stellen. Das dort entwickelte Konzept zur Risikominderung bei Abschwemmung enthält eine Liste von frei kombinierbaren Massnahmen mit unterschiedlichem Reduktionspotential und ist dem hier für die Schweiz beschriebenen System ähnlich.

Schlussfolgerungen

Die in diesem Artikel beschriebenen zusätzlichen Massnahmen tragen dazu bei, das Risiko für Wasserorganismen deutlich zu reduzieren. Neben diesen anwendungsspezifischen, mit der Bewilligung verknüpften Auflagen gibt es selbstverständlich noch weitere Möglichkeiten, die Risiken durch Abschwemmung zu reduzieren. Insbesondere in Fällen, bei denen z.B. durch hydrologische oder topographische Gegebenheiten ein besonders hohes Abschwemmungsrisiko besteht, sollten situationsbezogene ergänzende Lösungen gefunden werden, die nicht direkt mit der PSM-Zulassung verbunden sind.

Durch bestmögliche Nutzung von Synergien (z.B. mit Erosionsschutzmassnahmen) und einer gewissen Flexibilität bei der Wahl von Massnahmen wird angestrebt, die Gewässerbelastung zu senken und gleichzeitig die Landwirtschaft so wenig wie möglich einzuschränken. Die Vorschläge wurden bei einem Workshop mit Vertretern kantonaler Pflanzenschutzdienste im September 2013 denn auch mehrheitlich positiv aufgenommen. Im Hinblick auf die Einführung in der Praxis werden die Massnahmen nun im Detail ausgearbeitet. ■

Riassunto**Applicazione di prodotti fitosanitari: misure per ridurre il rischio di dilavamento**

È possibile che durante eventi pluviali i prodotti fitosanitari possano essere dilavati dalla particella trattata e raggiungere le acque di superficie. I rischi per gli organismi acquatici che ne conseguono sono valutati nel corso dell'omologazione e, se necessario, saranno prescritte delle misure per la loro riduzione. Attualmente, per ridurre il rischio di dilavamento, può essere richiesta una zona tampone inerbita larga 6 m. Su incarico dell'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG), la stazione di ricerca Agroscope ha esaminato ulteriori opzioni relative alle misure per la riduzione del rischio di deriva. Misure che in futuro potrebbero risultare determinanti per l'omologazione di prodotti fitosanitari. Queste misure devono ridurre l'inquinamento delle acque e, contemporaneamente, limitare il meno possibile la produzione agricola. Il risultato di questo progetto è una lista di misure dalla quale i produttori possono selezionare e abbinare quelle più idonee al loro caso, oppure quelle che, per altri motivi, stanno già applicando (p. es. per la protezione dall'erosione). Nella lista appaiono, oltre alla zona tampone al bordo del campo, anche nuove misure come p. es. una lavorazione minima del terreno, l'impianto di bande coltivate all'interno della particella, come pure l'inerbimento all'interno di colture perenni.

Literatur

- Aldrich A. & Daniel O., 2006. Pflanzenschutzmittel in Oberflächengewässern: Konzept für die ökotoxikologische Risikoabschätzung und -verringering in der Schweiz (Entwurf, vertraulich). Agroscope Changins-Wädenswil ACW.
- BAFU & BLW, 2013. Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft – Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bern.
- BLW, 2013. Agrarbericht 2013. Bern.
- Doppler T., Camenzuli L., Hirzel G., Krauss M., Lück A. & Stamm C., 2012. Spatial variability of herbicide mobilisation and transport at catchment scale: insights from a field experiment. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* **16**, 1947–1967.
- FOCUS, 2007. Landscape and Mitigation Factors in Aquatic Risk Assessment. Volume 1. Extended Summary and Recommendations. Final Report of the FOCUS Working Group on Landscape and Mitigation Factors in Ecological Risk Assessment, EC Document Reference SANCO/10422/2005 v2.0. 169 S.
- Grégoire C., 2010. ArtWET. Final report. Covering the project activities from 1.10.2006 to 30.9.2010.
- Lacas J.-G., Voltz M., Gouy V., Carlier N. & Gril J.-J., 2005. Using grassed strips to limit pesticide transfer to surface water: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **25** (2), 253–266.
- Munz N., Wittmer I. & Leu C., 2012. Schweizweite Auswertung von Pestizidmessungen in Fließgewässern. *Aqua & Gas* **11**, 32–41.
- Reichenberger S., Bach M., Skitschak A. & Frede H.-G., 2007. Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground and surface water and their effectiveness; A review. *Science of the Total Environment* (**384**), 1–35.
- Schweizer S., Höhn H., Ruf D. & Dubuis P.-H., Naef A., 2014. Pflanzenschutzmitteleinsatz – Risikomindernde Massnahmen bezüglich Abdrift. *Agrarforschung Schweiz* **5** (5), 172–179.
- Stamm C., Doppler T., Prasuhn V. & Singer H., 2012. Standortgerechte Landwirtschaft bezüglich der Auswirkung von landwirtschaftlichen Hilfsstoffen auf Oberflächengewässer. Projekt-Schlussbericht.
- Szerencsits E., 2008. Gewässerschonstreifen – Wie viel Fläche ist betroffen? *Agrarforschung* **15** (5), 236 - 238.

Summary**Plant protection products – mitigating the risk due to surface runoff**

Plant protection products (PPP) can be transported from treated fields to surface waters via surface runoff during rain events. Potential risks for aquatic organisms due to surface runoff are assessed during the registration process for PPP, and risk mitigation measures are implemented if necessary. Currently, a vegetated buffer zone of 6 m width may be required as risk mitigation measure for surface runoff. Further options for risk mitigation of surface runoff that can be linked to PPP registration were evaluated at Agroscope on behalf of the Swiss Federal Office for Agriculture. These options should effectively reduce the contamination of surface waters while minimizing impacts on agricultural productivity. The list of mitigation measures resulting from this project offers farmers the possibility to combine those measures that are best suited for their particular situation or those that are already implemented for other reasons (e.g., for erosion control). Besides vegetated buffer zones, these include e.g. conservation tillage, vegetated strips within the field and use of cover crops in orchards and vineyards.

Key words: surface water, risk mitigation measures, plant protection products, surface runoff.