

Oberflächengewässerschutz - Strategien in der Schweiz



Volker Prasuhn^{1*}

Zusammenfassung

Die Schweiz gilt als Wasserschloss Europas und verfügt entsprechend über große Wasserressourcen. Die Oberflächengewässer geraten aber auch in der Schweiz zunehmend unter Druck. Mit dem Gewässerschutzgesetz gibt es zwar eine gute gesetzliche Grundlage, um die Belastung der Oberflächengewässer zu überwachen und darauf basierend existieren verschiedene nationale Messprogramme. Trotzdem sind zusätzliche Strategien und Programme vor allem im landwirtschaftlichen Gewässerschutz zur Verminderung diffuser Stoffeinträge notwendig. Aus dem Gewässerschutzprogramm wird das Beispiel zur Reduzierung der Phosphoreinträge in den Baldeggersee erläutert. Weiterhin werden der nationale Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Maßnahmen zur Verminderung von Pflanzenschutzmitteleinträgen über Erosion und Abschwemmung vorgestellt.

Schlagwörter: Reduktionsmaßnahmen, Pflanzenschutzmittel, Phosphor, Erosion, Abschwemmung

Summary

Switzerland is regarded as the main water reservoir of Europe and consequently has large water resources. However, surface waters are also getting more and more under pressure in Switzerland. The Water Protection Act provides a good legal basis and various national monitoring programmes exist to monitor surface water pollution. Nevertheless, additional strategies and programmes are necessary particularly in agricultural water protection to reduce diffuse pollution. From the water protection programme, an example for the reduction of phosphorus loads into Lake Baldeggersee is explained. The national action plan for risk reduction and sustainable use of plant protection products as well as measures to reduce the input of plant protection products through erosion and run-off are also presented.

Keywords: mitigation measures, plant protection products, phosphorus, erosion, run-off

Einleitung

Die Schweiz gilt als Wasserschloss Europas und verfügt entsprechend über große Wasserressourcen. Es gibt insgesamt 1592 Seen mit einer Fläche von >0,5 ha. 57 Seen sind große oder mittelgroße Seen mit einer Fläche von >1 km²; davon sind 24 natürliche Seen und 33 Speicherseen. Das Fließgewässernetz umfasst gemäß digitalem Gewässernetz 1:25'000 65'507 km Länge, was einer mittleren Gewässernetzdichte von 1,59 km/km² entspricht. Die Oberflächengewässer geraten aber auch in der Schweiz zunehmend unter Druck. Die intensive Raumnutzung hat in der Vergangenheit zu massiven Veränderungen der Gewässerstrukturen sowie zur Verarmung der Landschaft geführt. Heute sind beispiels-

¹ Agroscope, Reckenholzstraße 191, CH-8046 ZÜRICH

* Ansprechpartner: Dr. Volker Prasuhn, email: volker.prasuhn@agroscope.admin.ch

weise 14'000 km oder 22% des Gewässernetzes durch bauliche Maßnahmen wie Mauern, künstliche Stufen oder Uferverbauungen stark verändert, begradigt oder eingedolt. Wasserkraftproduktion und Speicherkraftwerke beeinflussen die Wassermenge und die Strukturen der Oberflächengewässer negativ (Schwall und Sunk, Restwassermengen, Fischgängigkeit etc.). Die Gewässerqualität wird schließlich durch unerwünschte Einträge von Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff, von Schwermetallen, Pflanzenschutzmitteln, hormonaktiven Substanzen etc. aus Dünge-, Pflanzenschutz-, Reinigungs- und Arzneimitteln aus Landwirtschaft, Haushalten, Verkehr und Industrie direkt oder indirekt über Kläranlagen und Regenüberläufen sowie hydraulischen Kurzschlüssen beeinträchtigt. Der Klimawandel führt zusätzlich zu veränderten Wassermengen, Abflussregimes und Wassertemperaturen. Weitere Details zur Beschreibung der Oberflächengewässer der Schweiz sind in Blanc und Schädler (2013) und Kunz et al. (2016) zu finden.

Durch das Gewässerschutzgesetz (SR 814.20) und die dazugehörige Gewässerschutzverordnung (SR 814.201) verfügt der Gewässerschutz in der Schweiz über eine umfangreiche und gute gesetzliche Grundlage. Um die Belastung der Fließgewässer mit Nähr- und Schadstoffen zu überwachen, werden Flüsse und Bäche im Rahmen der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) und der kantonalen Messprogramme an über 400 Messstellen untersucht. Die Beobachtungen erfolgen auf mehreren Ebenen (BAFU 2013):

- **NADUF: Daueruntersuchung der Stofffrachten in Fließgewässern**
Die Nationale Daueruntersuchung der Fließgewässer (NADUF) verfolgt die Entwicklung der Konzentrationen und Frachten wichtiger Wasserinhaltsstoffe in ausgewählten Schweizer Flüssen. Seit 1972 werden chemische Parameter (Nährstoffe, geogene Stoffe, Schwermetalle), der Abfluss sowie die Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH und Sauerstoff an ausgewählten Stellen kontinuierlich untersucht.
- **NAWA TREND: Basismessnetz zur langfristigen Dauerbeobachtung**
Mit dem Messprogramm TREND soll ein langfristiger Überblick über den Zustand der Schweizer Fließgewässer gewonnen werden. Dazu werden die Fließgewässer an über die ganze Schweiz verteilten Messstellen mit einem einheitlichen Parameterset untersucht. Seit 2011 werden an 111 Messstellen chemisch-physikalische Parameter erhoben, die ersten biologischen Erhebungen fanden 2012 statt.
- **NAWA SPEZ: Problembezogene Spezialbeobachtung**
Mit zeitlich beschränkten Messprogrammen werden spezifische Fragestellungen geklärt. Diese Erhebungen finden an ausgewählten Messstellen statt, die mit spezifischen Methoden eingehender untersucht werden. 2012 wurde in diesem Rahmen ein analytisches Screening für Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffe an fünf Messstellen durchgeführt (Doppler et al. 2017, Wittmer et al. 2014).

Die Resultate der nationalen Beobachtung der Oberflächengewässer ergeben ein unterschiedliches Bild des Zustands der Fließgewässer: Die Wasserqualität der Oberflächengewässer hat sich seit den 1960er Jahren bezogen auf die Belastungen mit den Nährstoffen Phosphor und Stickstoff insgesamt stark verbessert. Regional bzw. lokal ist die Gewässerqualität aber immer noch unzureichend und es besteht daher nach wie vor Handlungsbedarf. Der Eintrag von Mikroverunreinigungen wächst und ist die neue und zurzeit größte Herausforderung (Braun et al. 2015). Der biologische Zustand weist teilweise erhebliche Defizite auf (Kunz et al. 2016).

Der Schutz von Oberflächengewässern ist ein vielseitiges und komplexes Unterfangen. Im vorliegenden Beitrag können nur einige wenige ausgewählte Aspekte aufgegriffen werden. Verschiedene Strategien zur Verminderung der Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Nähr- und Schadstoffe aus der Landwirtschaft werden vorgestellt. Dabei liegt der Fokus auf dem Gewässerschutzprogramm zur Reduzierung der Phosphor-(P)-Einträge in den Baldeggersee sowie auf dem nationalen Aktionsplan zur Reduzierung der Pflanzenschutzmittel-(PSM)-Einträge.

Strategien der Schweiz

Ressourcen- und Gewässerschutzprogramm

Gewässerschutzprogramm (GSchG Art. 62a)

1998 wurde mit Artikel 62a des GSchG (SR 814.20) die Grundlage geschaffen, um belastete Gewässer mittels gezielter finanzieller Anreize an die Landwirtschaftsbetriebe sanieren zu können. Es werden Maßnahmen gefördert, die Abschwemmung, Erosion und Auswaschung von Stoffen in ober- und unterirdische Gewässer vermindern. Zu diesem Zweck finanziert der Staat einen Großteil der Kosten und Mindererträge, welche auf betroffenen Landwirtschaftsbetrieben durch solche Maßnahmen entstehen. Unterstützt werden dabei nur Maßnahmen, die im Sinne eines Maßnahmenpakets aufeinander abgestimmt sind, über den heutigen Stand der Technik hinausgehen (also strenger sind als die bestehenden Anforderungen und die relevanten Gesetze), wirtschaftlich nicht tragbar sind und mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Erreichung des Sanierungsziels geeignet sind (BLW 2017, 2019).

Mehrheitlich wurden bisher Programme zur Reduktion der Nitratbelastung des als Trinkwasser genutzten Grundwassers initiiert (24 laufende Projekte). Ein Projekt verfolgt die Reduktion der P-Belastung im Baldegger-, Sempacher- und Hallwilersee im Kanton Luzern. Zwei andere zielen auf die Verminderung der Belastung von Gewässern mit PSM ab.

Ressourcenprogramm (LwG Art. 77a, b)

Der Bund fördert im Rahmen der verfügbaren Kredite die Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Nutzung von natürlichen Ressourcen in der Landwirtschaft mit Beiträgen nach Landwirtschaftsgesetz Art. 77a, b (SR 910.1). Die Zielbereiche sind die für die Landwirtschaft relevanten natürlichen Ressourcen wie Boden, Wasser, Luft, Biodiversität oder Energie. Mit dem Programm ebenfalls gefördert werden Optimierungen beim nachhaltigen Einsatz von Produktionsmitteln wie beispielsweise Pflanzenschutz- oder Tierarzneimittel, Dünger, Futtermittel oder Energie. Das Ressourcenprogramm ist ein Innovationsprogramm der Landwirtschaft. Im Vordergrund steht die Unterstützung von technischen, organisatorischen und strukturellen Neuerungen, die nachweislich wirksam sind und deren Erprobung in einer Region oder Branche einen Erkenntnisgewinn über die Projektregion bzw. -branche hinaus hat. Unterstützt werden organisatorische, strukturelle und technische Neuerungen, zu deren Einführung eine finanzielle Unterstützung notwendig ist. Nach Ablauf dieser Anschubfinanzierung soll die Wirkung in Bezug auf die erreichte Verbesserung der Nachhaltigkeit mindestens beibehalten werden (BLW 2017, 2019).

Insgesamt laufen 2019 im Rahmen des Ressourcen- und Gewässerschutzprogramms 13 Projekte im Bereich Pflanzenschutz. Sie sind im Zwischenbericht zur Umsetzung des Aktionsplans PSM kurz beschrieben (BLW et al. 2019).

Ressourceneffizienzbeiträge (Art. 76 LwG)

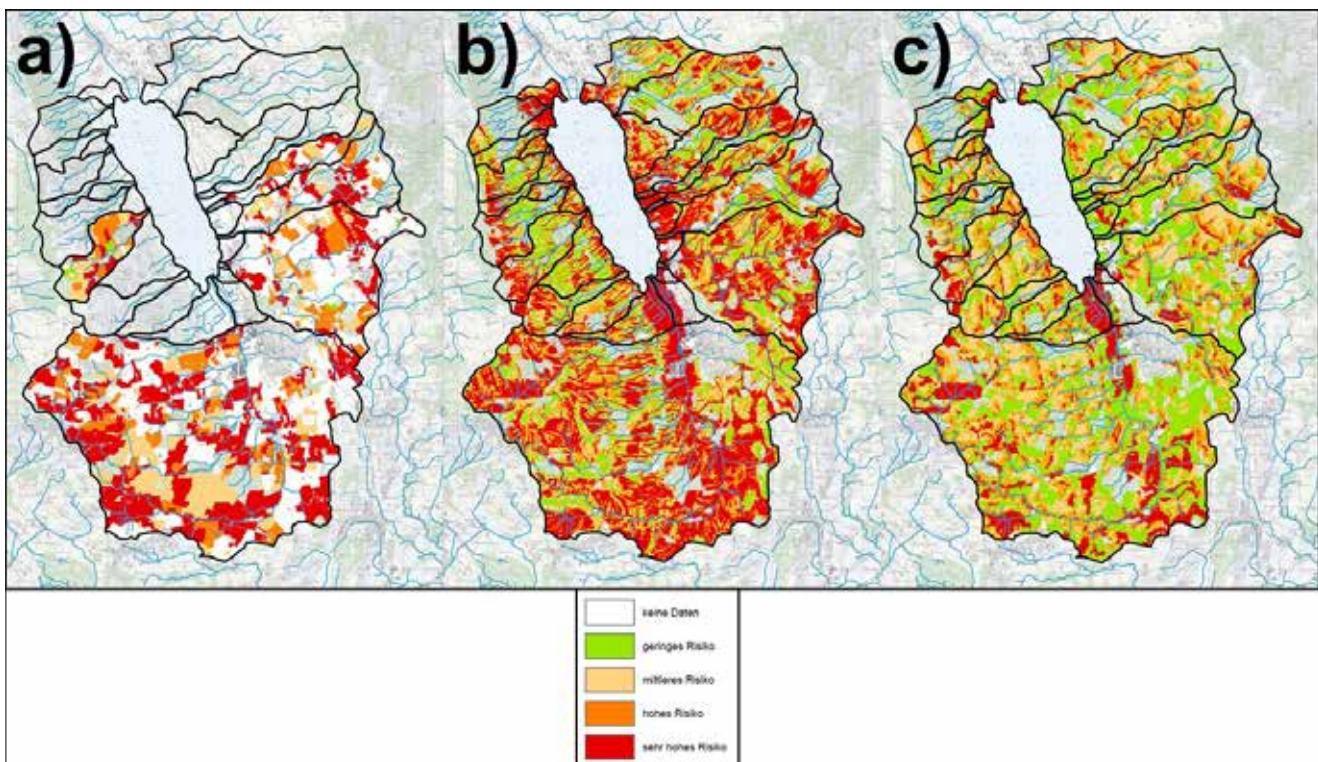
Ressourceneffizienzbeiträge (REB) dienen der zeitlich befristeten Förderung der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen wie Boden, Wasser und Luft sowie zur Verbesserung der Effizienz beim Einsatz von Produktionsmitteln. Sie stellen eine Direktzahlung dar. Damit eine Maßnahme mit REB gefördert werden kann, ist bereits eine hohe Sicherheit für deren Umsetzbarkeit und Praxistauglichkeit nötig. Zur Verbesserung der nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen und der Effizienz beim Einsatz von Produktionsmitteln werden seit 2014 auf nationaler Ebene folgende Techniken mit ausgewiesener Wirkung befristet gefördert (BLW 2017, 2019).

- Seit 2014 werden emissionsmindernde Ausbringverfahren zur Reduktion der Ammoniakemissionen, die schonende Bodenbearbeitung sowie der Einsatz von präziser Applikation für Pflanzenschutzmittel unterstützt.
- Seit 2017 wird die Ausrüstung von Spritzen mit einem Spülsystem mit separatem Spülwasserkreislauf zur Reinigung von Geräten für das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln unterstützt (Spritzeninnenreinigung).
- 2018 wurden neue Ressourceneffizienzbeiträge für die stickstoffreduzierte Phasenfütterung von Schweinen, für die Reduktion von Pflanzenschutzmitteln in Obstanlagen, im Rebbau und im Anbau von Zuckerrüben eingeführt.

Beispiel Phosphorprojekt Baldeggensee

Das im Gewässerschutzprogramm genannte P-Projekt „Baldeggensee“ wurde wissenschaftlich begleitet, um die Effizienz und Wirksamkeit der im Rahmen der Gewässer-sanierungsprojekte umgesetzten Maßnahmen zu prüfen. Die mittlere tolerierbare algenwirksame P-Fracht in den Baldeggensee beträgt 2'200 kg/Jahr, während die aktuellen P-Einträge (2012-2018) bei 3'702 kg/Jahr lagen. Die langjährigen Messungen der P-Frachten in den Zuflüssen zeigten, dass die diffusen Einträge (Abschwemmung, Drainage, Auswaschung, atmosphärische Deposition auf Gewässer, Hofplatzentwässerung etc.) weiterhin die wichtigste Quelle für algenwirksame P-Einträge in den Baldeggensee darstellen. Die höchsten 10 % der Tagesabflüsse trugen im Jahresdurchschnitt zu mehr als 60 % der jährlichen P-Fracht bei. Entsprechend führten typische Starkniederschläge im Sommer zu den höchsten P-Frachten. Die Analyse der Abfluss- und P-Konzentrationsmessungen in ausgewählten Gewässerabschnitten eines Zuflusses (Ron) zeigten, dass Oberflächenabfluss und Erosion nicht die dominanten Eintragspfade sind, sondern eher schnelle unterirdische Prozesse (z.B. über Drainagen) involviert sind. Basierend auf dem Konzept der «Beitragenden Flächen» wurden die Flächen und Transportwege, die in hohem Masse zum P-Eintrag in die Gewässer beitragen, identifiziert. Flächen gelten als beitragend, wenn sie eine Stoffquelle haben, hydrologisch aktiv sind und einen Gewässeranschluss besitzen. Die Stoffquelle ist der pflanzenverfügbare P-Gehalt

Abbildung 1: Risikokarten für a) Boden-P, b) hydrologische Aktivität und c) Konnektivität für das Einzugsgebiet des Baldeggensees (Quelle: Stoll et al. 2019).



des Oberbodens (P-Testzahl). Ab der P-Versorgungsklasse C (= „genügend“, P-Testzahl >4) wurde von einem mittleren Verlustrisiko ausgegangen. Die hydrologische Aktivität wurde über ein Niederschlags-Abfluss-Modell ermittelt. Die Konnektivität wurde der Gewässeranschlusskarte und einer neu erstellten Drainagekarte entnommen (Abbildung 1). Die räumliche Stoffquelle, die hydrologische Aktivität und die Konnektivität wurden für das Einzugsgebiet des Baldeggersees klassiert und zu einem P-Index verrechnet (Abbildung 2).

Die Idee des Konzeptes der beitragenden Flächen, dass nur wenige Flächen maßgeblich zur P-Belastung beitragen und die P-Fracht mit gezielten Maßnahmen auf diesen Flächen markant reduziert werden kann, hat sich für das Einzugsgebiet des Baldeggersees nicht bestätigt. Rund 55 % der Flächen wurden als beitragende Flächen eingestuft. Daher sind auch auf einem entsprechend großen Flächenanteil Maßnahmen zur Verringerung der P-Einträge notwendig. Das größte Reduktionspotential besteht bei der räumlichen Stoffquelle – dem P-Gehalt der Böden. Zur Reduktion der diffusen Einträge ist deshalb eine drastische Senkung des Boden-P notwendig. Diese kann nur durch einen deutlich reduzierten P-Input auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen erreicht werden. Zudem wird empfohlen, auffällige Zuleitungen (z. B. Drainagen) zu untersuchen und bei zu hoher P-Belastung zu sanieren. Folgende Maßnahmen wurden diskutiert und bewertet: Extensivierung bzw. Nulldüngung von landwirtschaftlichen Nutzflächen; Erhöhung der Hofdünger-Exporte und Gülleseparierung; Reduktion der Tierzahlen bzw. Düngergroßvieheinheiten (DGVE); Verschärfung der betrieblichen Nährstoffbilanz (Suisse-Bilanz); Einführung von Bilanzen auf Schlagebene mit Berücksichtigung der P-Versorgung des Bodens; Einführung der Hoftorbilanz (Stoll et al. 2019, von Arb et al. 2020). Die Ergebnisse des Forschungsprojektes bilden die Grundlage für das geplante Folgeprojekt zu den Mittellandseen ab 2020.

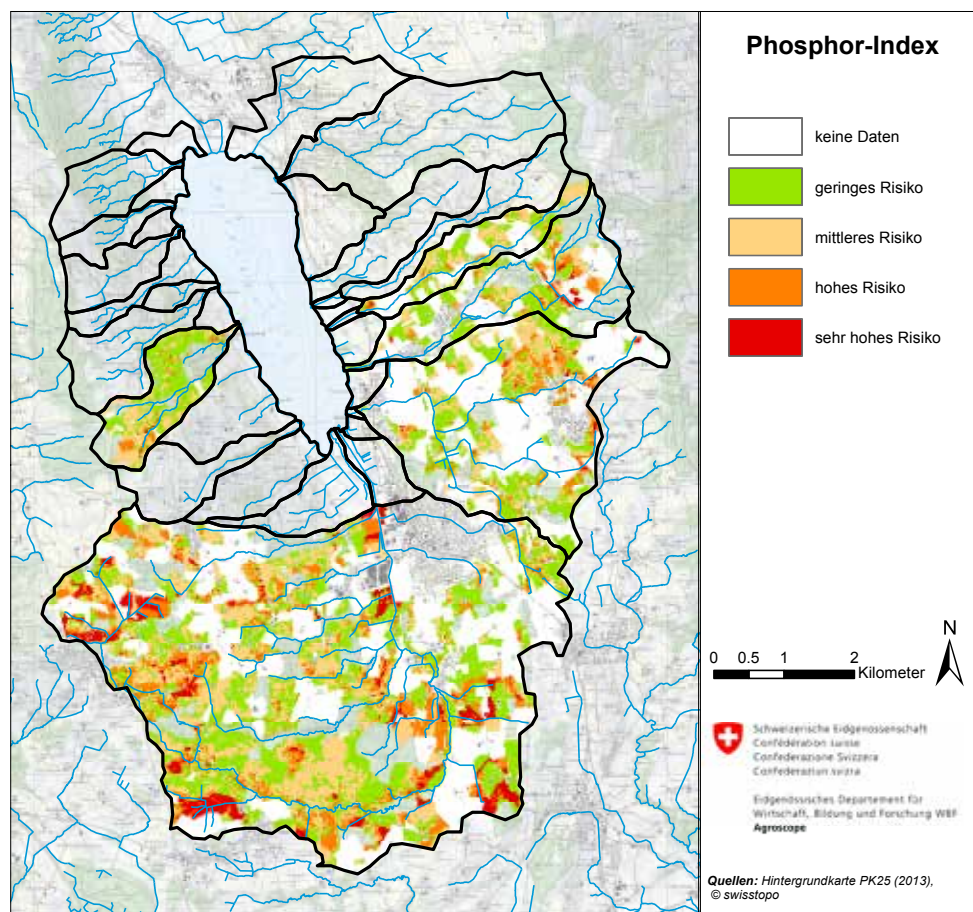


Abbildung 2: Karte des Risikos für algenwirksame P-Verluste gemäß Phosphor-Index. Flächen mit mittlerem, hohem und sehr hohem Risiko stellen die beitragenden Flächen dar (Quelle: Stoll et al. 2019).

Aktionsplan Pflanzenschutzmittel (AP PSM)

Der Schweizer Bundesrat hat am 6. September 2017 den „Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln“ verabschiedet (Der Bundesrat 2017). Die Risiken sollen halbiert werden und Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden. Um die im AP PSM gesteckten Ziele zu erreichen, sollen bestehende Massnahmen ausgebaut sowie neue eingeführt werden. Im Aktionsplan sind 8 Leitziele und 12 konkrete Zwischenziele definiert. Um diese Ziele zu erreichen, wurden 50 Massnahmen in drei verschiedenen Bereichen ausgearbeitet: Anwendung, spezifische Risiken und begleitende Instrumente (Abbildung 3).

Abbildung 3: Die drei Massnahmenbereiche des Aktionsplans Pflanzenschutzmittel: Anwendung, spezifische Risiken und begleitende Instrumente (Quelle: Der Bundesrat 2017).



Tabelle 1: Expertenbasierte Beurteilung von Massnahmen zur Reduktion der Gewässerbelastung mit Pflanzenschutzmitteln durch Erosion und Abschwemmung. Zur genaueren Beschreibung der Massnahmen siehe TOPPS-Prowadis (2014), Agridea (2017) und Alix et al. (2017), (Quelle: Prasuhn et al. 2018).

Massnahme	Wissensstand	Anwendbarkeit, Praxistauglichkeit	Akzeptanz Landwirte	Stand der Umsetzung CH	Reduktionspotenzial PSM-Eintrag	Massnahmenotyp und Prozess
geringere Bodenbearbeitungsintensität	++	++	+	+	++	gP A U
grobe Saatbettbereitung	++	++	0	0	++	gP A U
Vermeidung von Bodenverdichtung	++	+	+	-	++	gP A U
Aufkalkung (pH-Wert erhöhen)	++	++	++	+	0	gP A U
Eintrag von organischer Substanz	++	+	+	0	+	gP A U
Kulturwahl und Optimierung der Fruchtfolge	++	-	-	+	++	gP A U
Anbau von Zwischenkulturen, Winterbegrünung	++	+	++	+	+	gP A U
doppelte Saatstärke bei Drillsaat, Saat übers Kreuz	0	+	+	-	0	gP A U
Mischkulturen (Leguminosen-Getreide)	+	++	+	0	0	gP A U
Anlage von Querdämmen oder Strohmatte in Dammkulturen	-	0	?	-	?	tP A U
exakte höhenlinienparallele Bewirtschaftung (GPS)	++	-	-	-	0	gP A U
Streifenanbau quer zum Hang	++	+	+	+	+	gP A U
Planung und Ausrichtung von Fahrgassen	+	+	0	0	0	tP A U
Fahrgassen auflockern, begrünen; Erdwälle anlegen	-	?	-	-	?	tP A U
Erntegassen begrünen (Gemüse)	+	++	+	0	0	tP A U
Verbreiterung des Vorgewendes (quer zum Hang)	-	?	-	-	?	tP A U
Begrünung des Vorgewendes	0	+	-	-	0	tP A U
bewachsene Pufferstreifen im Feld	++	+	-	0	0	tP A S/U
Talwegpuffer (grassed waterways)	+	-	-	-	0	tP A/T S/U
Anlage von Hecken im Feld	++	-	-	-	0	tP A/T S/U
Pflege von Feldzufahrten	-	?	?	-	?	tP A/T S/U
bewachsene Pufferstreifen am tiefer liegenden Feldrand	++	+	-	-	+	aP A/T S
bewachsene Pufferstreifen am Gewässer	++	++	+	+	+	aP A/T S
bewachsene Pufferstreifen an Einlaufschächten	0	?	?	-	?	aP A/T S
Anlage von Retentionsweihern	0	-	-	-	0	aP T S
Anlage von bewachsenen Erdwällen oder Gräben	++	-	-	-	0	aP T S
Wasser ableiten (Furchen)	0	-	0	0	-	tP T S
	++	sehr gut				gP ganze Parzelle
	+	gut				tP Teil einer Parzelle
	0	mittel				aP ausserhalb Parzelle
	-	gering				A agronomisch
	?	unklar				T technisch
						U Ursachenbekämpfung
						S Symptombekämpfung

Maßnahmen Punkte	Bewachsener Pufferstreifen zwischen Parzelle und Gewässer	Bodenbearbeitung	Maßnahmen innerhalb der Parzelle	Reduktion der behandelten Fläche
1	6m	<ul style="list-style-type: none"> • Direktsaat • Streifensaat/ Streifenfrässaat • Mulchsaat 	<ul style="list-style-type: none"> • Querdämme in Dammkulturen • Begrünte Fahrgassen • Begrünte Streifen in der Parzelle, wo Abschwemmung entsteht (min. 3m breit) • Begrünung des Vorgewendes 	<ul style="list-style-type: none"> • Behandlung auf weniger als 50% der Fläche (z.B. Bandspritzung oder Teilflächenbehandlung)
2	10m			
3	20m			

Tabelle 2: Verringerung der Abschwemmung; Maßnahmen und Anzahl Punkte im Acker- und Gemüsebau (Quelle: BLW 2018, Agridea 2018).

Einmal pro Jahr beschreiben die verantwortlichen Bundesämter für Umwelt (BAFU), Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und Landwirtschaft (BLW), das Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) sowie Agroscope den Stand der Umsetzung der Maßnahmen in einem Zwischenbericht (BLW et al. 2019). 16 Maßnahmen wurden bisher (Stand August 2019) eingeführt, 34 befinden sich in der Bearbeitung. Nachfolgend werden ausgewählte Aspekte vorgestellt.

Prasuhn et al. (2018) haben eine Übersicht über Maßnahmen zur Verminderung der PSM-Einträge in Gewässer aus Ackerflächen über die Pfade Erosion und Abschwemmung sowie eine Experten basierte, qualitative Bewertung dieser Maßnahmen bezüglich Forschungsstand, Praxistauglichkeit, Akzeptanz, Stand der Umsetzung und Reduktionspotenzial gegeben (Tabelle 1). Sie beurteilen die Wirksamkeit vieler Maßnahmen als wissenschaftlich belegt, die Praxistauglichkeit als häufig gegeben. Die Akzeptanz der Maßnahmen seitens der Landwirtinnen und Landwirte und vor allem die Umsetzung könnte nach Ansicht der Autoren deutlich verbessert werden. Viele der Maßnahmen hätten zwar standortspezifisch ein großes Potenzial zur Reduktion der PSM-Einträge, doch nur bei wenigen Maßnahmen konnte es gesamtschweizerisch realisiert werden. Wegen der großen Variation der Standortfaktoren in der Schweiz sind Reduktionsmaßnahmen daher regional und standortangepasst zu ergreifen.

Strengere Anwendungsvorschriften von PSM zur Reduktion der Abschwemmung und Erosion wurden 2018 eingeführt. Die «Weisungen betreffend der Maßnahmen zur Reduktion der Risiken bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln» (BLW 2018, Agridea 2018) wurden für den Teil Abschwemmung angepasst. Wenn Auflagen auf der Packung des PSM oder im PSM-Verzeichnis es verlangen, müssen zwingend geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Abschwemmung zu reduzieren. Dies gilt für alle Parzellen mit einer Neigung von mehr als 2%, die sich im Abstand von weniger als 100 Metern von Oberflächengewässern befinden. Eine Reduktion des Abschwemmungsrisikos wird dann erreicht, wenn Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen die geforderte Punktzahl (1 bis 4 Punkte) erreichen (Tabelle 2).

Die Entwicklung von Strategien zur Reduktion der PSM-Einträge in Oberflächengewässer über Drainagen, die Entwässerung von Straßen und Wegen sowie über Schächte auf Parzellen ist in Erarbeitung. Im Bereich der Drainagen befassen sich zwei aktuelle Studien am Agroscope mit dem Vorkommen von Drainagen und mit möglichen Maßnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge via Drainagen (Koch und Prasuhn 2020, Kobierska-Baffie und Prasuhn 2020). Basierend auf bestehenden Grundlagen wie Erosionsrisikokarte, Gewässeranschlusskarte (siehe Prasuhn et al. 2014), Drainagekarte (Koch und Prasuhn 2020) sowie weiteren Karten werden im Jahr 2020 schweizweite Karten erstellt, auf

denen erkennbar ist, in welchen kleinen Einzugsgebieten (ca. 20'000 Einzugsgebiete mit je rund 2 km² Fläche) mit einem erhöhten Eintrag von PSM in die Oberflächengewässer zu rechnen ist. Die Karten sollen das potentielle Eintragsrisiko für Abschwemmung/Erosion, Drainage und Punktquellen von Landwirtschaftsbetrieben (Hofplatzentwässerung) sowie eine Synthesekarte zeigen. Alle Einzugsgebiete werden bezüglich Landnutzung (Ackerfläche, inklusive Kulturartenzusammensetzung, Reben, Obstbau, Dauergrünland) charakterisiert. Diese nationalen Übersichtskarten sollen eine Grobeinschätzung des potentiellen Eintragsrisikos von PSM und eine Identifizierung von möglicherweise problematischen Einzugsgebieten ermöglichen.

Literatur

Agridea (2017) Hilfsmittel Maßnahmenplan Erosion. Version 2017. Merkblatt Agridea, Lindau, 9 S.

Agridea (2018) Reduktion der Drift und Abschwemmung von Pflanzenschutzmitteln im Acker- und Gemüsebau. Merkblatt Agridea, Version 2018, Lausanne, 12 S.

Alix A., Brown C., Capri E., Goerlitz G., Golla B., Knauer K., Laabs V., Mackay N., Marchis A., Poulsen V., Alonso Prados E., Reinert W., Streloke M. (2017) Mitigating the Risks of Plant Protection Products in the Environment: MAgPIE. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Proceedings of the MAgPIE workshop. Pensacola, Brussels, 392 S.

BAFU (2013) NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität. Konzept Fließgewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1327: 72 S.

Blanc P., Schädler B. (2013) Das Wasser in der Schweiz – ein Überblick. Schweizerische Hydrologische Kommission, Bern, 28 S.

BLW (2017) Erläuterungen zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen gemäß Art. 77a und 77b LwG. Version 2.0 vom 16.11.2017, 11 S.

BLW (2018): Weisungen betreffend der Maßnahmen zur Reduktion der Risiken bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern, 8 S.

BLW (2019). Agrarbericht 2019. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.

BLW, BAFU, BLV, SECO, Agroscope (2019) Umsetzung Aktionsplan Pflanzenschutzmittel. Stand August 2019, 27 S.

Braun C., Gälli R., Leu C., Munz N., Schindler Wildhaber Y., Strahm I., Wittmer I. (2015) Mikroverunreinigungen in Fließgewässern aus diffusen Einträgen. Situationsanalyse. Umwelt-Zustand Nr. 1514, Bundesamt für Umwelt, Bern, 78 S.

Der Bundesrat (2017) Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern, 78 S.

Doppler T., Mangold S., Wittmer I., Spycher S., Comte R., Stamm C., Singer H., Junghans M., Kunz M. (2017) Hohe PSM-Belastung in Schweizer Bächen. Aqua & Gas 4, 46-56.

Koch U., Prasuhn V. (2020): Drainierte Flächen in der Schweiz und PSM-Einträge. Erstellung einer Karte potentiell drainierter Flächen mittels «Machine Learning». Schlussbericht 2020, Agroscope (in Vorbereitung).

- Kobierska-Baffie F., Prasuhn V. (2020): Losses of plant protection products via drainages – conceptual model. Schlussbericht 2020, Agroscope (in Vorbereitung).
- Kunz M., Schindler Wildhaber Y., Dietzel A. (2016) Zustand der Schweizer Fließgewässer. Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) 2011–2014. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1620: 87 S.
- Prasuhn V., Alder S., Liniger H.P., Herweg K. (2014) Hoch aufgelöste Erosionsrisiko- und Gewässeranschlusskarten als Hilfsmittel für den Vollzug. 4. Umweltökologisches Symposium, Raumberg-Gumpenstein, 75-80.
- Prasuhn V., Doppler T., Spycher S., Stamm C. (2018) Pflanzenschutzmitteleinträge durch Erosion und Abschwemmung. *Agrarforschung Schweiz* 9(2), 44-51.
- SR 814.20. Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991.
- SR 814.201 Gewässerschutzverordnung, Schweiz. (GSchV) vom 28. Oktober 1998.
- SR 910.1 Landwirtschaftsgesetz (LwG) vom 29. April 1998.
- Stoll S., von Arb C., Jörg C., Kopp S., Prasuhn V. (2019) Evaluation der stark zur Phosphor-Belastung des Baldeggersees beitragenden Flächen. Schlussbericht 2019, Agroscope, 126 S.
- TOPPS-Prowadis (2014) Gute fachliche Praxis zur Verringerung der Gewässerbelastung mit Pflanzenschutzmitteln durch Run-off und Erosion. Handbuch, 81 S.
- Von Arb C., Stoll S., Prasuhn V., Lovas R., Stadelmann F. (2020) Zu viel Phosphor im Baldeggersee. Identifizierung der relevanten Prozesse und Eintragspfade. *Aqua & Gas* (im Druck).
- Wittmer I., Moschet C., Simovic J., Singer H., Stamm C., Hollender J., Junghans M., Leu C. (2014) Über 100 Pestizide in Fließgewässern. *Aqua & Gas* 3, 32-43.

