

# Reduktion der Umweltauswirkungen von Pflanzenschutzmitteln ist möglich

Tuija Waldvogel<sup>1</sup>, Marcel Mathis<sup>2</sup>, Laura de Baan<sup>2</sup>, Charlotte Haupt<sup>1</sup> und Thomas Nemecek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

<sup>2</sup>Agroscope, 8820 Wädenswil, Schweiz

Auskünfte: Thomas Nemecek, E-Mail: thomas.nemecek@agroscope.admin.ch



Durch eine gezielte Auswahl von Wirkstoffen lassen sich Risiken und Umweltwirkungen stark senken.  
(Foto: Gabriela Brändle)

**Die Risiken und Umweltwirkungen von Pflanzenschutzmitteln wurden für fünf Hauptkulturen untersucht. Mit einer gezielten Auswahl der eingesetzten Wirkstoffe und einer konsequenten Befolgung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes können die Risiken und unerwünschten Umweltwirkungen erheblich gesenkt werden.**

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in der Landwirtschaft und damit verbundene Nutzen und Risiken werden zurzeit kontrovers diskutiert. Aktuelle Messungen weisen z. B. auf eine hohe Belastung von kleinen Schweizer Bächen in landwirtschaftlich intensiv genutzten Einzugsgebieten hin und bestätigen damit den Handlungsbedarf.

Agroscope untersuchte im Auftrag des Migros-Genossenschaftsbunds (MGB) die Umweltwirkungen und Risiken von PSM-Anwendungen gemäss IP-SUISSE-Richtlinien im Vergleich zur PSM-Anwendung gemäss dem Ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) in fünf Kulturen: Winterraps, Winterweizen, Karotten, Kartoff-

feln und Zuckerrüben. Die Bewertung erfolgte aus zwei Blickwinkeln und umfasste:

- Die Berechnung des Ökotoxizitätspotenzials von PSM-Spritzfolgen mittels Ökobilanzen und
- Eine detaillierte Risikobewertung ganzer PSM-Spritzfolgen mit Hilfe des Modells SYNOPSIS.

Die Ziele dieser Studie waren:

- Quantifizierung des Reduktionspotenzials für die Ökotoxizität durch die Anwendung der IP-SUISSE-Richtlinien bei ausgewählten Kulturen und
- Ermittlung der wichtigsten Beiträge zu den ökotoxikologischen Umweltwirkungen beziehungsweise des Risikos bei einer Bewirtschaftung gemäss IP-SUISSE-Richtlinien respektive gemäss ÖLN.

## **Umfassende Bewertung mit zwei Methoden**

Mit der Ökobilanz-Methodik und der Risikobewertungsmethode SYNOPSIS wurden zwei sich ergänzende Methoden gewählt: Die Ökobilanz einerseits liefert eine generische Abschätzung der aquatischen und terrest-

rischen Ökotoxizität sowie eine Wirkungsabschätzung für alle relevanten Umweltwirkungen unter Einbezug der vor- und nachgelagerten Stufen bezogen auf eine funktionelle Einheit (hier 1 kg Erntegut). Die Risikobewertung andererseits erlaubt die Abschätzung von ökotoxikologischen Risiken von PSM unter Berücksichtigung von standort- und anwendungsspezifischen Parametern.

### Untersuchte Szenarien

Für jede Kultur wurden drei Spritzfolgen definiert und mithilfe von Experten validiert:

- **ÖLNmittel:** «typische» Spritzfolge gemäss ÖLN. Dafür wurde die mittlere Anzahl Interventionen aus den Daten des Betriebsnetzwerks der Zentralen Auswertung von Agrarumweltindikatoren (AUI, 2009–2014) sowie die am häufigsten verwendeten Wirkstoffe angenommen.
- **ÖLNhoch:** widerspiegelt den ÖLN-Anbau unter hohem Schadddruck und basiert auf dem 75. Perzentil der Anzahl Interventionen pro Kultur und Wirkungsbereich der AUI-Daten.
- **IP-SUISSE (IPS):** abgeleitet von ÖLNmittel und angepasst gemäss den IPS-Richtlinien für die jeweilige Kultur, indem Verbote und Einschränkungen umgesetzt wurden.<sup>1</sup>

Für Karotten waren keine AUI-Daten verfügbar und die Spritzfolgen wurden mithilfe von Experten definiert. Zusätzlich wurden elf Zusatzspritzfolgen definiert, um die Wirkung von weiteren Wirkstoffen zu eruieren, die bei IP-SUISSE verboten oder bewilligungspflichtig sind, aber nicht in den Standard-Spritzfolgen berücksichtigt wurden. Es wurden zudem verschiedene Umweltszenarien berücksichtigt, welche sich bezüglich Hangneigung, Klima, Distanz zum Gewässer und Bodentypen unterschieden.

### Reduktionspotenzial abhängig von Kultur

Die Ergebnisse der Risikobewertung und der Ökobilanz zeigten, dass mittels den IPS-Richtlinien bei den untersuchten Kulturen im Vergleich zu einer mittleren Bewirtschaftung nach ÖLN (ÖLNmittel) erheblich geringere bis ähnliche Risiken und Umweltwirkungen von PSM auftreten (Tab. 1). Die Reduktion fiel bei Winterraps mit beiden Bewertungsansätzen besonders hoch aus, während es bei Zuckerrüben kaum eine Reduktion gab.

Bei der Ökobilanz war die Reduktion mittels IPS bei Winterweizen sehr hoch, während sie bei Kartoffeln (aquatische Ökotoxizität) und bei Zuckerrüben (terrestrische Ökotoxizität) nur gering ausfiel. Die Risikoreduktion im Saumbiotop für IPS-Spritzfolgen war in allen Kulturen ausser Zuckerrüben gross, die Risiken für Gewässer waren hingegen nur bei Winterraps stark verringert und jene für den Boden waren bei Winterweizen und Kartoffeln leicht tiefer.

### Erhöhte Auswirkungen bei hohem Schadddruck

Das Ökotoxizitätspotenzial und die Risiken bei hohem Schadddruck (ÖLNhoch) waren im Vergleich zu ÖLNmittel teils stark erhöht. Bei Karotten und Zuckerrüben waren bei beiden Bewertungsansätzen die Effekte bei ÖLNhoch leicht bis stark erhöht. Bei der Ökobilanz zeigte ÖLNhoch zudem im Winterraps, Kartoffeln und Zuckerrüben deutlich höhere Effekte verglichen mit ÖLNmittel. Bei der Risikobewertung waren die Gesamtrisiken bei ÖLNhoch auch bei Winterweizen klar gesteigert.

### Wenige Wirkstoffe dominieren

In der Regel dominierten einige wenige Wirkstoffe die ökotoxikologischen Umweltwirkungen und Risiken. Für beide Methoden (Ökobilanz und Risikobewertung) wurde pro Kultur und Spritzfolge jeweils der dominierende Wirkstoff ermittelt. Die Resultate unterschieden sich teils stark zwischen den beiden Methoden. Der Verzicht auf dominierende Wirkstoffe ermöglicht eine deutliche Verminderung des Ökotoxizitätspotenzials und der Risiken.

Bei der Auswertung von elf Zusatzspritzfolgen zeigte sich, dass in den meisten Fällen die von IPS ausgeschlossenen Wirkstoffe ein höheres Ökotoxizitätspotenzial beziehungsweise Risiko aufwiesen als die in IPS berücksichtigten. Somit erwies sich der Verzicht auf diese Wirkstoffe in den meisten Fällen als eine zielführende Massnahme.

### Umfassende Ökobilanz

Werden neben den PSM noch weitere toxische Substanzen für die Berechnung des aquatischen Ökotoxizitätspotenzials einbezogen, so ändert sich das Ergebnis wesentlich. Der Beitrag der PSM beträgt in allen untersuchten Fällen weniger als die Hälfte und die Wirkungen werden hauptsächlich durch Schwermetalle dominiert. In künftigen Untersuchungen sollte daher die Rolle der Schwermetalle vertieft untersucht werden.

Bei weiteren Umweltwirkungen (Energiebedarf, abiotische Ressourcen, Treibhauspotenzial und terrestrische Eutrophierung) unterschieden sich die Ökobilanzergeb-

<sup>1</sup>Die Richtlinien für Zuckerrüben wurden im Verlaufe des Projektes angepasst; diese Änderungen konnten im vorliegenden Bericht jedoch nicht mehr berücksichtigt werden.

**Tab. 1 | Relative Veränderung der Risiken der Spritzfolgen IP-SUISSE (IPS) und ÖLNhoch gegenüber ÖLNmittel (Referenz) für die fünf untersuchten Kulturen für die Bewertung mittels Ökobilanz und Risikobewertung.**

		Winterraps			Winterweizen			Karotten			Kartoffeln			Zuckerrüben		
		IPS	ÖLNmittel	ÖLNhoch	IPS	ÖLNmittel	ÖLNhoch	IPS	ÖLNmittel	ÖLNhoch	IPS	ÖLNmittel	ÖLNhoch	IPS	ÖLNmittel	ÖLNhoch
Risiko- bewertung	Gewässer	25%	100%	406%	100%	100%	100%	100%	100%	135%	100%	100%	100%	100%	100%	165%
	Boden	100%	100%	100%	88%	100%	100%	100%	100%	188%	82%	100%	101%	100%	100%	100%
	Saum	0%	100%	100%	2%	100%	1678%	1%	100%	147%	24%	100%	100%	100%	100%	114%
Öko- bilanz	Gewässer	20%	100%	1314%	0%	100%	101%	98%	100%	158%	77%	100%	188%	97%	100%	1475%
	Boden	67%	100%	2554%	1%	100%	101%	99%	100%	120%	97%	100%	255%	90%	100%	3573%

Dunkelgrün = <50%; hellgrün = 50–90%; orange = 111–200%; dunkelrot = >200%.

nisse pro kg Produkt der drei untersuchten Spritzfolgen nur geringfügig voneinander. Einzig bei Winterweizen und Winterraps waren aufgrund der tieferen Erträge bei IPS leicht höhere Umweltwirkungen festzustellen.

### Schadschwellenprinzip strikte einhalten

Das Ökotoxizitätspotenzial und die Risiken von PSM-Anwendungen gemäss IPS-Richtlinien fielen in der Regel geringer aus als bei mittlerer Bewirtschaftung gemäss ÖLN. In der Spritzfolge ÖLNhoch war das Ökotoxizitätspotenzial und die Risiken für die Kulturen Winterraps, Karotten und Zuckerrüben im Vergleich zu ÖLNmittel stark erhöht. Beim Winterweizen war beim ÖLNhoch nur das Risiko, bei den Kartoffeln nur das Ökotoxizitätspotenzial erhöht. Um das Ökotoxizitätspotenzial und die Risiken möglichst gering zu halten, ist es daher wichtig, das Schadschwellenprinzip strikte anzuwenden und möglichst auf prophylaktische PSM-Behandlungen zu verzichten. Die Studie zeigte, dass sich mit Wahl der Wirkstoffe eine teils erhebliche Reduktion der ökotoxikologischen Umweltwirkungen und Risiken erreichen lässt. Ein gezielter Verzicht auf einzelne PSM ermöglicht folglich ein beachtliches Reduktionspotenzial.

### Unterschiedliche Umweltkompartimente belastet

Die Ergebnisse für die verschiedenen Umweltkompartimente sind teilweise ähnlich, teilweise aber auch gänzlich unterschiedlich. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse nicht ohne vertiefte Abklärung von einem Umweltkompartiment (Gewässer, Boden, Saum) auf ein anderes übertragen werden dürfen. Es wird daher empfohlen, für die Abschätzung der Umweltwirkungen und Risiken von PSM auf eine möglichst vollständige Abdeckung der betroffenen Umweltkompartimente zu achten.

Das Projekt ermöglichte wichtige methodische Weiterentwicklungen bei den verwendeten Modellen im Bereich der Ökobilanz (PestLCI Konsensus-Modell und USEtox) und Risikobewertung (SYNOPSIS).

### Ergänzung zu Monitoringprojekten

Diese Studie leistet einen wichtigen Beitrag zur aktuellen Diskussion um Effekte von PSM auf die Umwelt. Sie ergänzt Monitoringprojekte im Gewässer und im Boden (z. B. durch die Nationale Bodenbeobachtung NABO) durch eine Abschätzung langfristiger Effekte (Ökobilanzen) und frühzeitige Erkennung von Risiken (Risikobewertung). Die hier durchgeführte parallele Abschätzung von Umweltwirkungen mittels Ökobilanzen und Umweltrisiken von PSM mittels SYNOPSIS ermöglicht eine umfassende Bewertung und bietet somit eine robustere Entscheidungsgrundlage.

### Dank

Die Autorinnen und Autoren bedanken sich beim Migros-Genossenschaftsbund (MGB) für die finanzielle und bei IP-SUISSE für die fachliche Unterstützung.

### Literatur

- Waldvogel T., Mathis M., de Baan L., Haupt Ch. & Nemecek T., 2018. Bewertung der Umweltwirkungen und Risiken verschiedener Pflanzenschutzstrategien für fünf Kulturen in der Schweiz. *Agroscope Science* Nr. 64, Agroscope, Zürich. Zugang: <http://www.agroscope.ch/science> [14.6.2018].