

# Pflanzenschutzoptimierung mit Precision Farming

## Digitale Technologien steigern Präzision der Anwendung

### Inhaltsverzeichnis

Das Wichtigste für die Praxis .....	2
Technologien im Praxiseinsatz: das Ressourcenprojekt PFLOPF. 2	
Ergebnisse der Technologie- bewertung im Acker- und Gemüsebau.....	3
Ergebnisse der Technologie- bewertung im Obst- und Rebbau 5	
Fazit .....	8
Weiterführende Informationen....	8



Digitale Technologien wie dieses kameragesteuerte Hackgerät ermöglichen eine Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Foto: Amazone-Werke.

### Autorinnen und Autoren

Annett Latsch  
Alexander Zorn  
Thomas Anken

Die Landwirtschaft nutzt Pflanzenschutzmittel (PSM), um die Erträge und die Qualität ihrer Produkte zu sichern. Aus ökonomischer und ökologischer Sicht ist es dabei wichtig, die Mittel zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Menge am richtigen Ort einzusetzen. Das erhöht nicht nur die Wirksamkeit, sondern reduziert auch unerwünschte Einträge in die Umwelt. Digitale Technologien unterstützen einen sparsamen und gezielten Pflanzenschutz und ermöglichen auch eine Reduktion der eingesetzten Pflanzenschutzmittel.

Auf dem Markt gibt es inzwischen eine Vielzahl digitaler Technologien für einen präzisen, nachhaltigen Pflanzenschutz. Diese sogenannten Precision-Farming-Technologien erlauben eine Optimierung und Reduktion des PSM-Einsatzes, beispielsweise durch die Eliminierung von Überlappungen oder die gezielte Behandlung von Einzelpflanzen.







### Das Wichtigste für die Praxis

- Mit digitalen Technologien können Pflanzenschutzmittel (PSM) zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Menge am richtigen Ort ausgebracht werden. So lassen sich die PSM-Einsatzmengen reduzieren.
- Automatische Lenksysteme und Teilbreitenschaltungen erlauben geringe PSM-Einsparungen. Sprühdrohnen erzielen keine Reduktion, verringern jedoch die Abdrift von PSM. Die Technologien sind praxisreif und ohne finanzielle Förderung bei entsprechender Auslastung selbsttragend.
- Sensorgesteuerte Hackgeräte ermöglichen hohe PSM-Einsparungen, sind inzwischen sehr leistungsfähig und mit Direktzahlungen auch wirtschaftlich tragbar.
- Spot-Spraying mit Einzelpflanzenerkennung sowie der Einsatz von Mulchrobotern erlauben hohe PSM-Einsparungen. Die verfügbaren Technologien entwickeln sich laufend weiter und haben ein grosses Potenzial, die PSM-Einsatzmengen zukünftig deutlich zu reduzieren.
- Prognose- und Monitoringsysteme sind im Obst- und Rebbau etabliert und leisten dort bereits einen wichtigen Beitrag zur effizienten Anwendung von PSM. Im Acker- und Gemüsebau kann weiteres Potenzial durch eine höhere Zuverlässigkeit der Systeme erschlossen werden.

### Technologien im Praxiseinsatz: das Ressourcenprojekt PFLOPF

Im Ressourcenprojekt PFLOPF – **P**flanzenschutz**o**ptimierung mit **P**recision **F**arming – werden seit 2019 auf rund 60 Praxisbetrieben aus dem Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebbau verschiedene digitale Technologien eingesetzt und im Hinblick auf ihr Potenzial zur PSM-Reduktion untersucht. Ziel des durch das Bundesamt für Landwirtschaft und die Kantone Aargau, Thurgau und Zürich finanzierten Projektes ist eine Verringerung der PSM-Einsatzmenge um mindestens 25 % im Vergleich zu einer herkömmlichen Bewirtschaftung ohne Technologieeinsatz. Neben dem individuellen Einsparpotenzial werden im Projekt auch Reifegrad und Akzeptanz der einzelnen Technologien und ihre Wirtschaftlichkeit beurteilt. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse werden Symbole in verschiedenen Farb-abstufungen gemäss Tabelle 1 verwendet:

Tabelle 1: Kriterien zur Bewertung der Technologien.

Ziele sind...	erreicht (grünes Symbol)	teilweise erreicht (gelbes Symbol)	nicht erreicht (rotes Symbol)
PSM-Reduktion 	angestrebte Einsparung wird erreicht oder über-troffen	angestrebte Einsparung wird teilweise erreicht	Technologie bietet aktuell kaum Potenzial für Ein-sparungen
Technologiereife 	Technologie funktioniert meist zuverlässig	Technologie funktioniert mit Einschränkungen	Technologie sehr fehler-anfällig, noch nicht praxis-reif
Akzeptanz 	Technologie ist bereits weit verbreitet	Technologie wird teilweise genutzt	Technologie wird bisher kaum genutzt
Wirtschaftlichkeit 	Technologieeinsatz ist in der Regel wirtschaftlich	Wirtschaftlichkeit unter gewissen Bedingungen gegeben	Technologieeinsatz für die Mehrzahl der Betriebe nicht wirtschaftlich

Anmerkung: Symbole mit Farbübergängen zeigen eine Spanne. Erläuterungen finden sich jeweils im Text.

## Ergebnisse der Technologiebewertung im Acker- und Gemüsebau

### Geringe Einsparungen mit Prognose- und Monitoringsystemen



**Prinzip und Wirkung:** Prognosemodelle schätzen auf Basis von Witterungsdaten den Krankheits- und Schädlingsdruck in einer Kultur ab. Für möglichst genaue Vorhersagen empfiehlt sich eine Kombination der Modelle mit lokalen Wetterstationen und Daten digitaler Schädlingsfallen. Ziel ist es, die Pflanzenschutzbehandlungen optimal zu terminieren, sodass auf einzelne Behandlungen verzichtet werden kann. Die Anwendung der Technologie ist für alle 40 Acker- und Gemüsebetriebe im Projekt PFLOPF verpflichtend.

**Projektziel:** 15 % PSM-Einsparungen (Fungizide und Insektizide).

Tabelle 2: Beurteilung von Prognose- und Monitoringsystemen für den Acker- und Gemüsebau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Eines der fünf getesteten Modelle bietet ein gewisses Potenzial zur Reduktion des Fungizideinsatzes (je nach Witterung, Standort und Sorte), eine Einsparung von 15 % ist jedoch nicht unter allen Bedingungen erreichbar.
Technologiereife		Die getesteten Modelle sind häufig sehr ungenau und nicht an Schweizer Verhältnisse angepasst. Die Gemüsemodelle haben noch keine Prognosefunktion.
Akzeptanz		Die Nutzung im Acker- und Gemüsebau ist nicht weit verbreitet und erfordert eine intensive Beratung. Betriebsleitende gehen bei zukünftig ausgereiften Modellen aber von einer zunehmenden Bedeutung aus.
Wirtschaftlichkeit	–	Die Wirtschaftlichkeit wurde auf Grund der fehlenden Technologiereife nicht beurteilt.

### Satellitenbasierte Lenksysteme reduzieren Fahrgassenüberlappungen



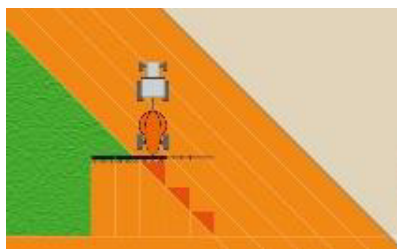
**Prinzip und Wirkung:** Saat und Pflanzung erfolgen mit hochpräzisen RTK-GNSS-Lenksystemen (+/- 2.5 cm), wodurch die Pflegefahrgassen exakt im Abstand der Arbeitsbreite der Pflanzenschutzspritze angelegt werden. Doppelspritzungen durch Fahrgassenüberlappung bei den Anschlussfahrten können dadurch weitgehend vermieden werden. 90 % der PFLOPF-Betriebe nutzten die Technologie, viele schon vor Projektbeginn.

**Projektziel:** 3 % PSM-Einsparungen (Fungizide, Insektizide und Herbizide).

Tabelle 3: Beurteilung von satellitenbasierten Lenksystemen für den Acker- und Gemüsebau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Reduktion der Fahrgassenüberlappung von durchschnittlich 2 % ohne Lenksystem auf 0.5 % mit Lenksystem. Die gerade angelegten Pflanzenreihen erleichtern nachfolgendes Hacken.
Technologiereife		Ausgereifte Technologie.
Akzeptanz		Anschaffungskosten werden zwar als hoch wahrgenommen, jedoch erfolgt der Kauf eines neuen Traktors meist mit Lenksystem, insbesondere auf Grund der Arbeitsentlastung; entsprechend eine deutliche Kaufempfehlung an andere Betriebe.
Wirtschaftlichkeit		Für durchschnittlich grosse Ackerbaubetriebe wirtschaftlich durch 1.5 % Einsparung bei den Direktkosten (Saatgut, PSM, Dünger) und 5 % Einsparung bei den Arbeits-/Traktorkosten.




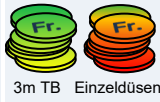
### Automatische Teilbreitenschaltungen erhöhen Präzision



**Prinzip und Wirkung:** Das Ein- und Ausschalten der Teilbreiten (TB) an der Spritze erfolgt nicht per Hand, sondern automatisch über ein GNSS-Signal. Feldgrenzen und bereits behandelte Bereiche werden von der Spritze «erkannt», wodurch Doppelspritzungen durch Überlappungen insbesondere im Vorgewende und im Randbereich der Felder reduziert werden können. Über 80 % der PFLOPF-Betriebe nutzen die Technologie.

**Projektziel:** 2 % PSM-Einsparungen (Fungizide, Insektizide und Herbizide).

Tabelle 4: Beurteilung von automatischen Teilbreitenschaltungen für den Acker- und Gemüsebau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Bis zu 4 % Reduktion bei 3 m grossen Teilbreiten erreicht, insbesondere auf unregelmässig geformten Parzellen; ca. 5 % zusätzliche Reduktion bei Einzeldüsen-schaltung. Vermeidung von Applikation ausserhalb des Feldes (Wege, Säume etc.).
Technologiereife		Ausgereifte Technologie.
Akzeptanz		Die Kosten werden eher als hoch wahrgenommen, trotzdem ist die Technologie schon relativ weit verbreitet (Kaufgrund v.a. Arbeitsentlastung und Einsparung von Betriebsmitteln); deutliche Kaufempfehlung an andere Betriebe.
Wirtschaftlichkeit		<b>3 m Teilbreitenschaltungen</b> sind für durchschnittlich grosse Ackerbaubetriebe nahezu wirtschaftlich; ist bereits ein Lenksystem vorhanden, lohnt sich die Anschaffung definitiv. <b>Einzeldüsen-schaltungen</b> können für sehr grosse Betriebe und Lohnunternehmen wirtschaftlich sein (höhere Kosten, aber auch höhere Einsparungen).





### Spot-Spraying-Systeme erzielen sehr hohe Einsparungen



**Prinzip und Wirkung:** Statt einer ganzflächigen oder bandförmigen Behandlung wird das PSM ausschliesslich auf die Zielpflanzen ausgebracht. Dadurch wird die behandelte Fläche deutlich reduziert. Im Projekt nutzen zwei Gemüsebetriebe diese Technologie zur Applikation von Fungiziden und Insektiziden auf Salatpflanzen. Auf einem Betrieb ausserhalb von PFLOPF wurden zusätzlich Daten zum Spot-Spraying von Herbiziden in Zwiebeln erhoben.

**Projektziel:** 50 % PSM-Einsparungen im Vergleich zu Flächenbehandlungen (Fungizide, Insektizide und Herbizide).

Tabelle 5: Beurteilung von Spot-Spraying Systemen für den Acker- und Gemüsebau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Fungizide und Insektizide: Reduktion von der Grösse der Kultur abhängig; bei kleinem Salat 60 %, bei mittlerem Salat 45 % weniger PSM als bei Bandbehandlung. Herbizide: Einsparung pro Spot-Behandlung > 85 %, wobei meist noch eine vorgängige Flächenbehandlung notwendig ist.
Technologiereife		Erste funktionierende Systeme sind vorhanden, die Entwicklung der Technologie schreitet auf Grund der KI-gestützten Pflanzenerkennung rasch voran.
Akzeptanz		Hohe Anschaffungs- und Maschinenkosten halten viele Betriebe von einem Kauf ab. Ausserdem wird die Einarbeitung als aufwändig erachtet. Mit zunehmender Technologiereife könnte der Einsatz über Lohnunternehmen vorangetrieben werden.
Wirtschaftlichkeit		Einsparungen bei den PSM-Kosten können die Mehrkosten teilweise ausgleichen, kritisch sind jedoch hohe Maschinenkosten (zusätzliche Maschine oder externe Umsetzung erforderlich) aufgrund einer ungenügenden Auslastung und der teilweise geringen Flächenleistung (im Projekt Kombination von Spot-Spraying und Hacken).





## Sensorgesteuerte Hackgeräte bewirken hohe Herbizidreduktionen



**Prinzip und Wirkung:** Das Hacken mit einem GNSS-gelenkten Traktor erlaubt die Unkrautkontrolle zwischen den Reihen nach geradliniger Aussaat der Kultur. Mit kamera-, ultraschall- oder GNSS-gesteuerten Hackgeräten wird das Unkraut zwischen und teilweise auch innerhalb der Reihen entfernt. Der Einsatz von Herbiziden lässt sich so erheblich reduzieren oder sogar ganz vermeiden. Die Hälfte der Ackerbau- und  $\frac{2}{3}$  der Gemüsebetriebe im Projekt nutzen die Technologie. Im Ackerbau ist die Kombination von Hacken und Bandspritzung verbreitet, im Gemüsebau wird auch in den Reihen gehackt.

**Projektziel:** 70 % PSM-Einsparungen (Herbizide).

Tabelle 6: Beurteilung von sensorgesteuerten Hackgeräten für den Acker- und Gemüsebau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Je nach Kultur und Reihenabstand werden bis zu $\frac{2}{3}$ weniger PSM durch Hacken und Bandspritzung appliziert. Das Hacken auch innerhalb der Reihen ermöglicht einen kompletten Herbizidverzicht.
Technologiereife		Die Technik funktioniert und ist durch automatische Steuerungen und Lenksysteme sehr leistungsfähig geworden. Eine gute Sichtbarkeit der Kulturreihen ist für die Hackqualität bei Kamerasteuerungen entscheidend.
Akzeptanz		Die Technologie gewinnt durch den Wegfall zahlreicher Mittel besonders im Gemüsebau an Bedeutung. Einsatzmöglichkeiten werden durch Witterung, Hangneigung oder Steingehalt im Boden limitiert.
Wirtschaftlichkeit	 mit Direktzahlungen	Das Direktzahlungsprogramm «Verzicht auf Herbizide im Ackerbau» (250 Fr./ha) deckt die Mehrkosten von zwei Hackdurchgängen mit Bandspritzung und einem eventuell erforderlichen zusätzlichen reinen Hackdurchgang. Die zusätzliche Maschine (Investition), Arbeitszeitbedarf, -spitzen, Ertragseffekte, Hackqualität und Terminkosten können die Wirtschaftlichkeit negativ beeinflussen.

## Ergebnisse der Technologiebewertung im Obst- und Rebbau




### Prognose- und Monitoringsysteme sind weit verbreitet



**Prinzip und Wirkung:** Prognosemodelle schätzen auf Basis von Witterungsdaten den Krankheits- und Schädlingsdruck in einer Kultur ab. Für möglichst genaue Vorhersagen empfiehlt sich eine Kombination der Modelle mit lokalen Wetterstationen und Daten digitaler Schädlingsfallen. Ziel ist es, die Pflanzenschutzbehandlungen optimal zu terminieren, wodurch eventuell auf einzelne Behandlungen verzichtet werden kann. Die Anwendung der Technologie ist für alle 18 Obst- und Rebbaubetriebe im Projekt PFLOPF verpflichtend.

**Projektziel:** 15 % PSM-Einsparungen (Fungizide und Insektizide).

Tabelle 7: Beurteilung von Prognose- und Monitoringsystemen für den Obst- und Rebbau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Prognosemodelle waren bereits vor dem Start von PFLOPF gut etabliert. Zusätzliche Einsparungen wurden daher nicht erzielt und im Projekt neu evaluierte Modelle brachten keinen Zusatznutzen.
Technologiereife		Standardmodelle sind zuverlässig und hilfreich, teilweise könnte die Darstellung und Bedienung noch etwas vereinfacht werden.
Akzeptanz		Betriebe nutzen die Technologie schon länger und gehen davon aus, dass ihre Bedeutung noch weiter zunehmen wird.
Wirtschaftlichkeit	-	Das Kosten-Nutzen-Verhältnis wird von den Betrieben eher positiv beurteilt, die Wirtschaftlichkeit wurde im Projekt aber nicht detailliert angeschaut.





### Pflanzenschutzgerät mit automatischer Dosierung nach Laubwandvolumen bietet Reduktionspotenzial



**Prinzip und Wirkung:** Das Abtasten der Laubwand mittels LiDAR-Sensoren ermöglicht das automatische Schalten der Teilbreiten am Anfang und Ende der Reihen sowie bei Lücken durch fehlende oder kleinere Bäume. Zusätzlich wird das Laubwandvolumen kontinuierlich erfasst und die ausgebrachte PSM-Menge entsprechend angepasst. Der PSM-Einsatz lässt sich durch die bewuchsspezifische Ausbringung deutlich reduzieren. Das Gerät wurde im Projekt auf zwei Obstbaubetrieben eingesetzt.

**Projektziel:** 50 % PSM-Einsparungen (Fungizide und Insektizide).

Tabelle 8: Beurteilung einer Spritze mit automatischer Dosierung nach Laubwandvolumen im Obstbau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Gedeckte Obstanlage: bis zu 20 % Reduktion (zusätzliches Reduktionspotenzial, wenn Pfähle der Hagelschutznetze nicht mitbehandelt werden); Einsparung sinkt mit zunehmender Laubwandentwicklung. Mostobst ohne Einnetzung: bis zu 38 % Reduktion.
Technologiereife		Relativ neue, noch nicht ausgereifte Technologie, die aufgrund ihres Potenzials zur PSM-Einsparung weiterentwickelt werden sollte.
Akzeptanz		Technik funktioniert noch nicht zuverlässig und ist sehr teuer, daher ist sie bisher noch nicht verbreitet und akzeptiert.
Wirtschaftlichkeit		Besonders im Tafelobst unter Hagelnetzen stehen hohe Investitionskosten vergleichsweise geringen PSM-Einsparungen gegenüber. Eine konkrete Analyse wurde aufgrund der mangelnden Zuverlässigkeit und des beschränkten Einsatzumfangs nicht vorgenommen.





### Punktspritze zur Unterwuchsbehandlung im Baumstreifen reduziert Herbizideinsatz



**Prinzip und Wirkung:** Die Spritzdüse zur Entfernung des Unterwuchses im Baumstreifen wird nur geöffnet, wenn die davor montierte Lichtschranke auf einen Baumstamm trifft. Statt einer durchgehenden Behandlung der gesamten Baumreihe wird das PSM daher nur um die Baumstämme herum ausgebracht. Der Herbizideinsatz im Baumstreifen lässt sich so deutlich reduzieren. Ein Obstbaubetrieb im Projekt nutzt die Technologie.

**Projektziel:** 50 % PSM-Einsparungen (Herbizide).

Tabelle 9: Beurteilung einer Punktspritze zur Unterwuchsbehandlung im Obstbau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Gut 50 % PSM-Reduktion gegenüber einer durchgehenden Bandbehandlung bei Baumabständen bis 120 cm.
Technologiereife		Ausgereifte Technologie.
Akzeptanz		Geringe Akzeptanz wegen Mehrarbeit für das Kurzhalten der unbehandelten Bereiche zwischen den Bäumen.
Wirtschaftlichkeit		Die Wirtschaftlichkeit des angewandten Verfahrens (Punktspritze + Fadenmäher) ist durch zusätzlichen Arbeitsaufwand, eine weitere Überfahrt sowie höhere Investitionskosten für Spritze und Fadenmäher kritisch. Eine konkrete Analyse wurde aufgrund des beschränkten Einsatzumfangs nicht vorgenommen.




### Autonomer Mulchroboter ermöglicht kompletten Herbizidverzicht



**Prinzip und Wirkung:** Durch das Mulchen des Unterwuchses kann in Obst- und Rebanlagen ganz oder teilweise auf Herbizide verzichtet werden. Mit herkömmlichen Mulchgeräten und Unterstockräumern ist das jedoch sehr arbeitsintensiv und wird deshalb kaum gemacht. Ein autonom arbeitender Mulchroboter bietet hier eine attraktive Lösung. Im Projekt erfolgte ein Testeinsatz auf einem Obstbaubetrieb.

**Projektziel:** 70 % PSM-Einsparungen (Herbizide).

Tabelle 10: Beurteilung eines autonomen Mulchroboters im Obstbau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Im Testeinsatz konnte komplett auf Herbizide verzichtet werden. Zur Vermeidung einer Horstbildung im Baumbereich ist gegebenenfalls eine Punktspritzung erforderlich.
Technologiereife		Das Gerät war im Praxistest noch recht fehleranfällig. Die Technologie sollte auf Grund des grossen Reduktionspotenzials aber weiter entwickelt werden.
Akzeptanz		Die Technik funktioniert noch nicht zuverlässig und ist relativ teuer, daher ist sie bisher noch nicht verbreitet und akzeptiert.
Wirtschaftlichkeit	-	Die Wirtschaftlichkeit wurde im Projekt nicht beurteilt.





### Sprühdrohnen erzielen keine Einsparung



**Prinzip und Wirkung:** Sprühdrohnen ersetzen in Steillagen mühsame Handarbeit und reduzieren die Abdrift von PSM. Ihr Einsatz ist bodenschonend, so dass auch kurze Behandlungsfenster zwischen zwei Regenfällen genutzt werden können. Ziel ist eine Reduktion der PSM-Ausbringmengen im Steillagen-Rebbau und Hochstamm-Obstbau. 60 % der Rebbaubetriebe im Projekt nutzen die Technologie. Im Obstbau gab es keine Einsatzmöglichkeit.

**Projektziel:** 30 % PSM-Einsparungen (Fungizide und Insektizide).

Tabelle 11: Beurteilung von Pflanzenschutzdrohnen im Rebbau.

Kriterium	Beurteilung	Anmerkung
PSM-Reduktion		Aufgrund der schlechteren Benetzung von Trauben und Blattunterseiten lassen sich die Zahl der Behandlungen und die Ausbringmengen im Vergleich zu bodengestützten Sprühgeräten oder Helikoptern trotz geringerer Abdrift nicht reduzieren.
Technologiereife		Ausgereifte Technologie.
Akzeptanz		Sprühdrohnen sind trotz schlechterer Benetzung der Traubenzone attraktiv durch Vorteile beim Anwenderschutz und den Ersatz von Handarbeit in Steillagen, die nicht mit dem Traktor befahren werden können.
Wirtschaftlichkeit		Bei gleicher Arbeitsleistung der Verfahren verursachen Drohnen ähnliche Maschinenkosten wie Gebläsespritzen.

## Fazit

**Acker- und Gemüsebau:** Die betrachteten Technologien funktionieren grösstenteils und die angestrebten Reduktionsziele können mit ihnen weitgehend erreicht werden. Lediglich bei den Prognose- und Monitoringsystemen mangelt es noch an Zuverlässigkeit. Da die verfügbare Datenmenge und -qualität durch immer neue Sensoren und die Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz rasant zunimmt, sind zeitnah jedoch auch hier Fortschritte zu erwarten. Eine Gesamtreduktion des PSM-Einsatzes von 25 % über alle Massnahmen ist für Herbizide bei Hackkulturen sowohl im Acker- als auch im Gemüsebau realistisch. Für Fungizide und Insektizide lässt sich dieses Ziel derzeit nur mittels Spot-Spraying erreichen, was sich für Ackerbaubetriebe aber häufig nicht rechnet. Hier sind breit einsetzbare Technologien wie Lenksysteme und automatische Teilbreitenschaltungen akzeptiert, da sie auch im Ackerbau häufig wirtschaftlich sind. Im Gemüsebau ist die Technologieumsetzung weiter fortgeschritten (Spot-Spraying, Einzeldüsen-schaltungen, Kamerahacken in den Reihen). Teure Technik ist hier durch die hohen PSM-Kosten, den Ersatz von Handarbeit sowie die oftmals hohe Wertschöpfung der Kulturen eher tragbar.

**Obst- und Rebbau:** Das Reduktionspotenzial durch Prognose- und Monitoringsysteme ist bereits ausgeschöpft, da die Technologie auf vielen Betrieben bereits etabliert ist. Zusätzliche Einsparungen an Fungiziden und Insektiziden sind durch die weitere Nutzung daher kaum zu erreichen. Potenzial für einen reduzierten Fungizid- und Insektizideinsatz bietet die automatische Anpassung der Ausbringmenge an das Laubwandvolumen. Die erzielten Einsparungen liegen jedoch bisher deutlich unter den Erwartungen, weil die verfügbare Technik noch nicht voll ausgereift ist. Sprühdrohnen sind durch ihre Vorteile beim Anwenderschutz und in steilen Reblagen attraktiv für die Betriebe, PSM lassen sich durch die schlechtere Benetzungsqualität in der Traubenzone aber nicht einsparen. Im Hinblick auf den Herbizideinsatz bietet eine Punktspritze die Möglichkeit, diesen im Baumstreifen um 50 % zu reduzieren. Der Bewuchs in den unbehandelten Bereichen zwischen den Bäumen muss allerdings kurz gehalten werden, was viele Betriebe davon abhält, die Punktspritzung bei sich zu etablieren. Hier könnte ein autonom arbeitender Mulchroboter eine Lösung bieten, aber das im Projekt getestete Gerät erreichte die erforderliche Technikreife noch nicht.

## Weiterführende Informationen...

... zu digitalen Technologien beim Pflanzenschutz: <https://themes.agripedia.ch/digitaler-pflanzenschutz/>  
 ... zum Ressourcenprojekt PFLOPF: <https://www.pflop.ch/>

Der Schlussbericht zum Projekt erscheint im Juni 2026 als Agroscope Science: <https://doi.org/10.34776/as234g>

### Impressum

Herausgeber	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161 3003 Bern <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Auskünfte	<a href="mailto:annett.latsch@agroscope.admin.ch">annett.latsch@agroscope.admin.ch</a>
Lektorat	Erika Meili
Fotos	S. 3 oben: Arenenberg, unten: John Deere; S. 4 oben und unten: Amazone; S. 5 oben: Hatzenbichler, unten: Arenenberg; S. 6 oben: Agroscope, unten: PFLOPF; S. 7 oben: Brüggli Industrie, unten: Agrofly
Download	<a href="http://www.agroscope.ch/transfer">www.agroscope.ch/transfer</a>
Copyright	© Agroscope 2026
ISSN	2296-7214 (online)

### Haftungsausschluss

Agroscope schliesst jede Haftung im Zusammenhang mit der Umsetzung der hier aufgeführten Informationen aus. Die aktuelle Schweizer Rechtsprechung ist anwendbar.