

# Nachhaltigkeitsbewertung von Insektiziden im Getreide- und Kartoffelanbau der Schweiz

Patrik Mouron<sup>1</sup>, Chiara Calabrese<sup>1</sup>, Stève Breitenmoser<sup>2</sup>, Simon Spycher<sup>3</sup> und Robert Baur<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8356 Ettenhausen, Schweiz

<sup>2</sup>Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1, Schweiz

<sup>3</sup>Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil, Schweiz

Auskünfte: Patrik Mouron, E-Mail: patrik.mouron@agroscope.admin.ch, Tel. +41 44 377 72 23



Wenn im konventionellen Anbau gegen Getreidehähnchen oder Kartoffelkäfer eine Behandlung notwendig wird, dann ist die Gesamtnachhaltigkeit bezüglich Nützlingsschonung, ökologischem Risiko und Wirtschaftlichkeit durch die Anwendung von **Audienz** (Spinosad) am besten. (Fotos: Agroscope ART, Gabriela Brändle)

## Einleitung

Im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) gelten heute Einschränkungen für den Einsatz von Insektiziden im Getreide- und Kartoffelanbau gemäss Anhang 6, Ziffer 6.2 der Direktzahlungsverordnung (SR-Nummer 910.13). Wenig selektive Insektizide, welche die regulierende Wirkung von Nützlingen stören können, dürfen nur nach Einholen einer Sonderbewilligung bei der zuständigen kantonalen Pflanzenschutzfachstelle eingesetzt werden. Diese ÖLN-Auflage ist nun von zwei Seiten unter Druck. Zum einen sind es Landwirtinnen und Landwirte, welche das Einholen von Sonderbewilligung als administrative Behinderung wahrnehmen; sie bemängeln, dass Produkte, die eine Sonderbewilligung benötigen, eine bessere Wirksamkeit hätten und erst noch tiefere Preise aufweisen würden als frei einsetzbare Mittel. Zum andern

sind es die Vollzugsstellen selbst, die den Aufwand für die Sonderbewilligungen gerne reduzieren würden. Das BLW möchte deshalb im Rahmen der Agrarpolitik 2014–2017 die betreffenden ÖLN-Auflagen prüfen und wenn nötig anpassen. Um diese Überarbeitung auf eine aktuelle wissenschaftliche Basis zu stellen, hat das BLW im Jahre 2012 die hier vorgestellte Studie bei Agroscope in Auftrag gegeben. Für diese Studie wurde eine Expertengruppe gebildet, in der nebst Wissenschaftlern auch kantonale Pflanzenschutzfachleute und Landwirte beteiligt waren.

## Methode

### Ablauf der Nachhaltigkeitsbewertung

Für die Nachhaltigkeitsbewertung wurde nach dem Schema der «SustainOS-Methodik» vorgegangen. Diese Methodik wurde zwischen 2008–2010 im Rahmen des

EU-Projektes ENDURE (<http://www.endure-network.eu/>) für den Vergleich von Pflanzenschutzstrategien im Obstbau entwickelt und in fünf europäischen Ländern getestet (Naef *et al.* 2011; Mouron *et al.* 2012). Abbildung 1 illustriert die Schritte der Nachhaltigkeitsbewertung, so wie sie durch die Expertengruppe unserer Studie für Getreide und Kartoffeln angepasst wurde.

### Kontext- und Zielparameter

Die Systembeschreibung für Getreide und Kartoffeln wurde auf je eine Modellparzelle von einer Hektare und einem Jahr bezogen, wobei sich die Werte (z. B. für Erntemengen) am langjährigen Durchschnitt orientieren und nach Meinung der Expertengruppe die Praxis in der Schweiz abbilden. Es wurden die gesamten Aktivitäten von der Bodenbearbeitung bis zur Ernte definiert. Den Kontext dieser Studie bildet die Annahme, dass die Schadschwellen für Getreidehähnchen im Getreideanbau und für Kartoffelkäfer und Blattläuse im Kartoffelanbau überschritten sind. Für Pilzkrankheiten wird bei beiden Kulturen von einem mittleren Druck ausgegangen. Wichtigste Zielparameter waren die Annahme von Erntemengen und das Einhalten der guten Praxis bezüglich des Resistenzmanagements.

### Pflanzenschutzvarianten

Unter Berücksichtigung der festgelegten Kontext- und Zielparametern definierte die Expertengruppe praxisrelevante Pflanzenschutzpläne. Für die Wahl der Insektizide wurden drei Grundvarianten bezüglich Nützlingsschonung definiert:

- **A-Varianten:** Ohne Restriktionen. Das heisst, alle im Jahre 2012 zugelassenen Insektizide dürfen ohne Sonderbewilligung eingesetzt werden.
- **B-Varianten:** Restriktiv. Es dürfen nur Insektizide eingesetzt werden, die im Jahr 2012 für den ÖLN keine Sonderbewilligung brauchten.
- **C-Varianten:** Sonderbewilligungspraxis wie im Jahr 2012. Sonderbewilligungen werden angenommen, wenn die Schadschwelle überschritten ist und gegen die Larven von Getreidehähnchen und Kartoffelkäfer die Anwendung von Häutungshemmern keine genügende Wirkung mehr hätte.

In Tabelle 1 sind alle von der Expertengruppe definierten Pflanzenschutzvarianten aufgeführt. Es werden nur die Insektizide variiert. Bezüglich Fungizide, Herbizide und Wachstumsregulatoren wurden innerhalb einer Kultur für alle Varianten dieselben Annahmen verwendet. Weil in der Praxis die Insektizide oft in Tankmi-

### Zusammenfassung

Im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) müssen in der Schweiz im Getreide- und Kartoffelanbau Sonderbewilligungen eingeholt werden für jene zugelassenen Insektizide, die Nützlinge wenig schonen. Um die Wirkung dieser ÖLN-Auflage zu überprüfen, wurde eine Referenzvariante, welche die heutige ÖLN-Auflagen abbildet, mit anderen Insektizidvarianten verglichen. Dazu wurde eine Nachhaltigkeitsbewertung gemäss der *SustainOS-Methodik* durchgeführt, welche nebst der Nützlingsschonung auch ökotoxikologische Risiken und die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt. Die Resultate zeigen, dass gegen Getreidehähnchen der einmalige Einsatz von **Audienz** (Spinosad) die Nachhaltigkeit gegenüber der Referenz (**Nomolt** [Teflubenzuron] plus **Biscaya** [Thiacloprid]) signifikant verbessern würde. Im Falle von Kartoffelkäfern hingegen, wo Audienz als Referenz gilt, konnte keine Alternative gefunden werden, die eine bessere Nachhaltigkeit aufweisen würde. Im Weiteren zeigt die Studie, dass Varianten mit **Novodor** (*Bacillus thuringiensis*) die Nützlinge gut schonen, jedoch ein erhöhtes Ernterisiko und höhere Kosten aufweisen. Folglich kann empfohlen werden, die ÖLN-Auflagen bezüglich Kartoffelkäfer beizubehalten und für Getreidehähnchen anzupassen.

schung mit einem Fungizid ausgebracht werden können, ist die Anzahl der Fahrten oft kleiner als die Anzahl ausgebrachter Pflanzenschutzmittel.

Als Referenz wurde jeweils die nach Meinung der Expertengruppe in der Praxis am häufigsten angewandte Kombination angenommen.

### Quantitative Analysemethoden

Die Methoden und Resultate der Analyse der Nützlingsschonung (*Coccinellidae*, *Chrysopidae*, *Syrphidae* und Schlupfwespen) sind in einem separaten Artikel in dieser Ausgabe der *Agrarforschung* beschrieben (Breitenmoser und Baur 2013).

Die Analyse des ökologischen Risikos für Boden- und Gewässerorganismen erfolgte mit dem am Julius-Kühn Institut entwickelten «Synops-Modell» (Gutsche und Strassemeyer 2007). Die Modellrechnung berücksichtigt

**Tab. 1 | Definition der Insektizidvarianten unter der Annahme, dass die Schadschwellen für Getreidehähnchen und Kartoffelkäfer sowie für Blattläuse bei Kartoffel überschritten sind**

Getreide							
Variante	Insektizid (Handelsname)	Wirkstoffmenge (Aktivsubstanz g/ha)	Mittelkosten (Fr./ha)	Ernterisiko bezüglich Insektizide (Variabilität)	Fungizide/ Herbizide/ Wachstumsregulator (Anzahl)	Tankmischungen (Anzahl)	Fahrten insgesamt (Anzahl)
A1	Biscaya*	58	33	+/- 5 %	2/ 1/ 1	1	4
B1	Nomolt und Audienz*	60 und 48	78 und 62	+/- 7 %	2/ 1/ 1	1	5
B2	Audienz*	48	62	+/- 7 %	2/ 1/ 1	1	4
C1 Referenz	Nomolt und Biscaya*	60 und 58	78 und 33	+/- 5 %	2/ 1/ 1	1	4
Kartoffeln							
A1	Karate* und Biscaya*	8 und 48	18 und 33	+/- 15 %	13/ 2/ 0	3	14
A2	Biscaya* (2x)	48 (2x)	33 (2x)	+/- 15 %	13/ 2/ 0	3	14
B1	Nomolt, Audienz und Plenum*	38, 24 und 150	49, 31 und 84	+/- 15 %	13/ 2/ 0	4	14
B2	Novodor, Audienz und Plenum*	120, 24 und 150	192, 31 und 84	+/- 15 %	13/ 2/ 0	4	14
B3	Novodor (2x) und Plenum*	120 (2x) und 150	192 (2x) und 84	+/- 20 %	13/ 2/ 0	4	14
C1 Referenz (KK ≠ BL)	Audienz und Plenum*	24 und 150	31 und 84	+/- 15 %	13/ 2/ 0	3	14
C2 KK + BL)	Audienz und Biscaya*	24 und 48	31 und 33	+/- 15 %	13/ 2/ 0	3	14

\*Insektizide für die eine Sonderbewilligung gemäss ÖLN-Auflage des Jahres 2012 obligatorisch ist

(KK ≠ BL): Kartoffelkäfer treten nicht gleichzeitig mit Blattläusen auf

(KK + BL): Kartoffelkäfer treten gleichzeitig mit Blattläusen auf

**Insektizide:** bei Getreide: gegen Getreidehähnchen; Insektizide bei Kartoffeln: gegen Kartoffelkäfer und Blattläuse Handelsname (Wirkstoff/Kategorie) der Insektizide: **Audienz** (Spinosad/Spinosyn); **Biscaya** (Thiacloprid/Neonicotinoid); **Karate** (Lambda-Cyhalothrin/Pyrethroid); **Nomolt** (Teflubenzuron/Häutungshemmer); **Novodor** (*Bacillus thuringiensis*/ Bioinsektizid); **Plenum** (Pymetrozine/Pyridine-azomethrine).

**Für Pilzkrankheiten und Unkräuter** wurde von einem mittleren Schadensdruck ausgegangen.

Anzahl Fungizide/ Herbizide/ Wachstumsregulator im Getreide: 2/ 1 / 1 wobei für Fungizide (Wirkstoffe): **Amistar Xtra** (Azoxystrobin, Cyproconazole) und **Input** (Spiroxa-min, Prothioconazol); Anzahl Fungizide/Herbizide in Kartoffeln: 13/2 davon bei den Fungiziden 5x **Mancozeb** (= 4,5 x volle Dosis); für alle Pflanzenschutzvarianten einer Kultur wurden wurde der für die Fungizide der gleiche Behandlungsplan gewählt.

Preise beziehen sich auf Pflanzenschutzmittel im Feldbau, Mittelwert 2009–2011, ohne Rabatte (Brenner und Hochstrasser 2011).

Fische, aquatische Invertebraten, Wasserpflanzen, Algen und Regenwürmer. Für die Risikoberechnung wird die Toxizität (Toxicity) von Wirkstoffen auf diese Organismengruppen, sowie die Konzentration des Wirkstoffs (Exposure) in Relation gesetzt. Daraus ergibt sich die Exposure-Toxicity-Ratio (ETR) ausgedrückt als Mass für das Risiko, wobei gilt:  $ETR = Exposure / Toxicity$ .

Für die betriebswirtschaftliche Analyse wurde eine Vollkostenrechnung für jede Pflanzenschutzvariante durchgeführt. Die Vollkostenrechnung stellt den Leistungen, bestehend aus Erlös und Direktzahlungen, die gesamten Produktionskosten bestehend aus Direkt- und Strukturkosten gegenüber, um den Gewinn respektive Verlust zu ermitteln. Würde beispielsweise exakt die Gewinnschwelle erreicht, bedeutet dies, dass die totalen Produktionskosten gedeckt sind, inklusive dem angenommenen Lohnanspruch von Fr. 28.– /h (Gazzarin 2011). Analog bedeutet ein berechnetes Arbeitseinkommen von mehr als Fr. 28.– /h, dass ein Gewinn erwirtschaftet wurde. Die gesamten Pflanzenschutzkosten umfassen nebst den Mittelkosten auch Arbeits-, Maschinen- und Gebäudekosten (Gazzarin 2011), weshalb die Anzahl Fahrten die Kosten wesentlich beeinflusst.

## Nachhaltigkeitsbewertung

Abbildung 1c-e zeigt den Bewertungsbaum, wie er in dieser Studie verwendet wurde. Die Attribute wurden nach dem Vorgehen der SustainOS-Methodik ausgewählt und hierarchisch angeordnet. Die Basisattribute (grau) beziehen sich auf Resultate aus den quantitativen Analysen. Einzig das Basisattribut «Ernterisiko» wurde von der Expertengruppe geschätzt. In unsere Studie wurde keine Ökobilanz durchgeführt, da sich die Varianten bezüglich Energie und den Ressourcenverbrauch kaum unterscheiden. Auf der linken Seite des Bewertungsbaumes (blau) sind die ökologischen und rechts (rot) die ökonomischen Attribute. Alle Attribute des Bewertungsbaums wurden gleich gewichtet, mit Ausnahme der Gewichtung des chronischen (67 %) und akuten (33 %) Risikos. Das chronische Risiko wurde höher gewichtet, weil in der Praxis des Getreide- und Kartoffelanbaus die für akute Effekte nötigen hohen Konzentrationen seltener auftreten, als die tendenziell tieferen Konzentrationen, welche mit potenziellen chronischen Risiken verbunden sind.

Um die quantitativen Resultate der Analysen in bewertete Basis-Attribute überzuführen, wurden relativ

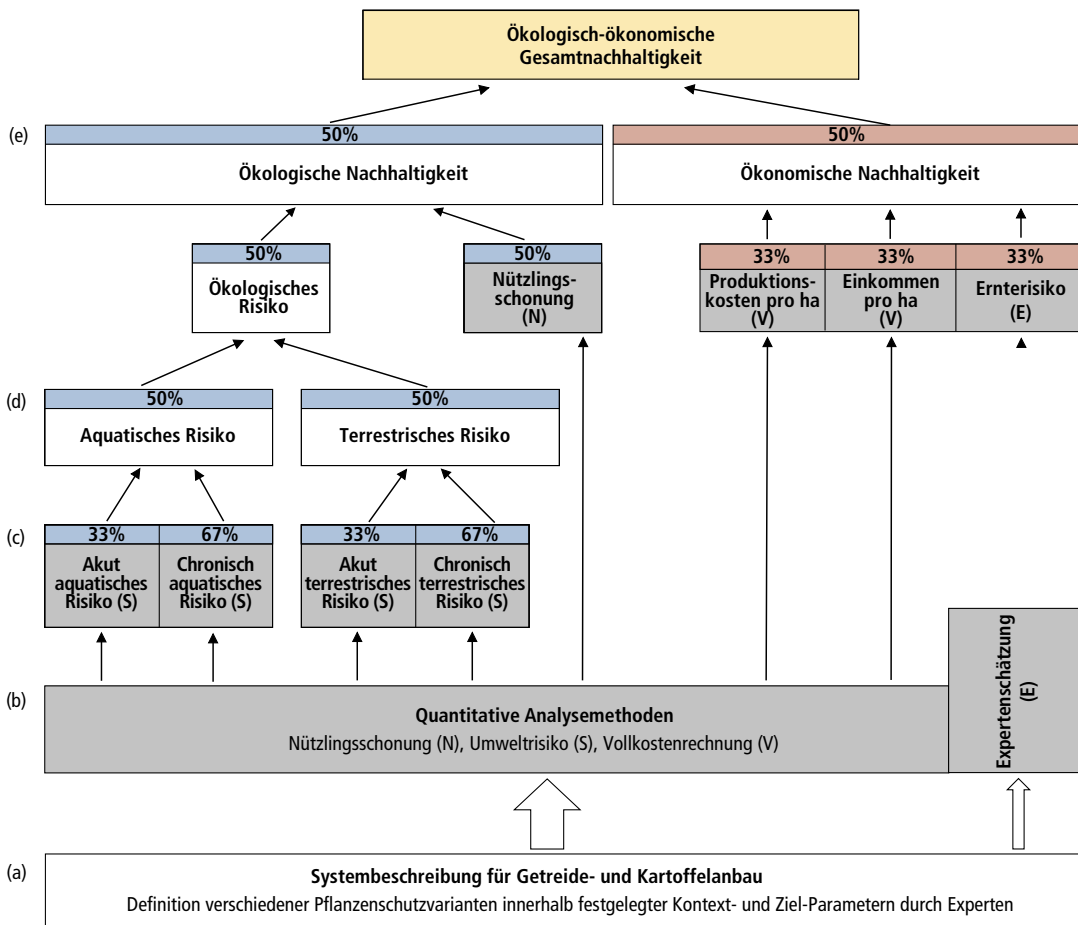


Abb. 1 | Schema der Nachhaltigkeitsbewertung von Pflanzenschutzvarianten im Getreide und Kartoffelanbau (angepasst aus Mouron *et al.* 2012).

zur Referenzvariante (RV) fünf Bewertungsklassen verwendet: 1 = viel schlechter als RV; 2 = schlechter als RV; 3 = ähnlich wie RV; 4 = besser als RV; 5 = viel besser als RV. Da Resultate der Nützlings-schonung und der ökologischen Risiken für jeweils fünf Bewertungsklassen vorlagen, war es naheliegend, diese den relativen Nachhaltigkeitsklassen zuzuordnen. Die Basis-Attribute der ökonomischen Nachhaltigkeit (Produktionskosten pro ha, Einkommen pro ha und Ernterisiko) wurden den Nachhaltigkeitsklassen 1 bis 5 aufgrund ihres Effektes auf den Stundenlohn zugeordnet. Als Grenzen für einen signifikanten Unterschied beim Stundenlohn hat die Expertengruppe  $\pm 5\%$  für die Bewertungsklassen 2 und 4 und  $\pm 20\%$  für die Bewertungsklassen 1 und 5 im Vergleich zur RV gesetzt. Wenn der Stundenlohn weniger als  $\pm 5\%$  von der Referenz abweicht, wurde sie der Bewertungsklasse 3 (ähnlich wie RV) zugeteilt. Da der kalkulatorische Stundenlohn der Referenzvariante bei Getreide bei Fr. 25.– und bei Kartoffeln bei Fr. 39.– lag, ergaben sich pro Kultur die folgenden Skalen für die Abgrenzung der Nachhaltigkeitsbewertung:

Getreide: Grenzen für Klasse 4 respektive 5 (besser resp. viel besser als RV), wenn Fr. 66.– resp. 266.–/ha tiefere Kosten als RV; Grenzen für Klasse 2 respektive 1 (schlechter resp. viel schlechter als RV), wenn Fr. 67.– respektive 266.–/ha höhere Kosten als RV. Totale Produktionskosten der RV: Fr. 5596.–/ha

Kartoffeln: Grenzen für Klasse 4 respektive 5, wenn Fr. 163.– respektive 968.–/ha tiefere Kosten als RV; Grenzen für Klasse 2 respektive 1, wenn Fr. 240.– resp. 1024.–/ha höhere Kosten als Referenz. Totale Produktionskosten der RV: Fr. 17483.–/ha

## Resultate für Getreide

Die Referenzvariante, bei der gegen Getreidehähnchen zuerst der Häutungshemmer **Nomolt** und anschliessend nach Einholen der Sonderbewilligung das Neonicotinoid **Biscaya** eingesetzt wird, bildet nach Meinung der Experten die Situation unter den ÖLN-Auflagen des Jahres 2012 ab. Die Analyse der Referenz zeigt, dass **Nomolt** wegen des begrenzten Zeitspektrums manchmal nicht

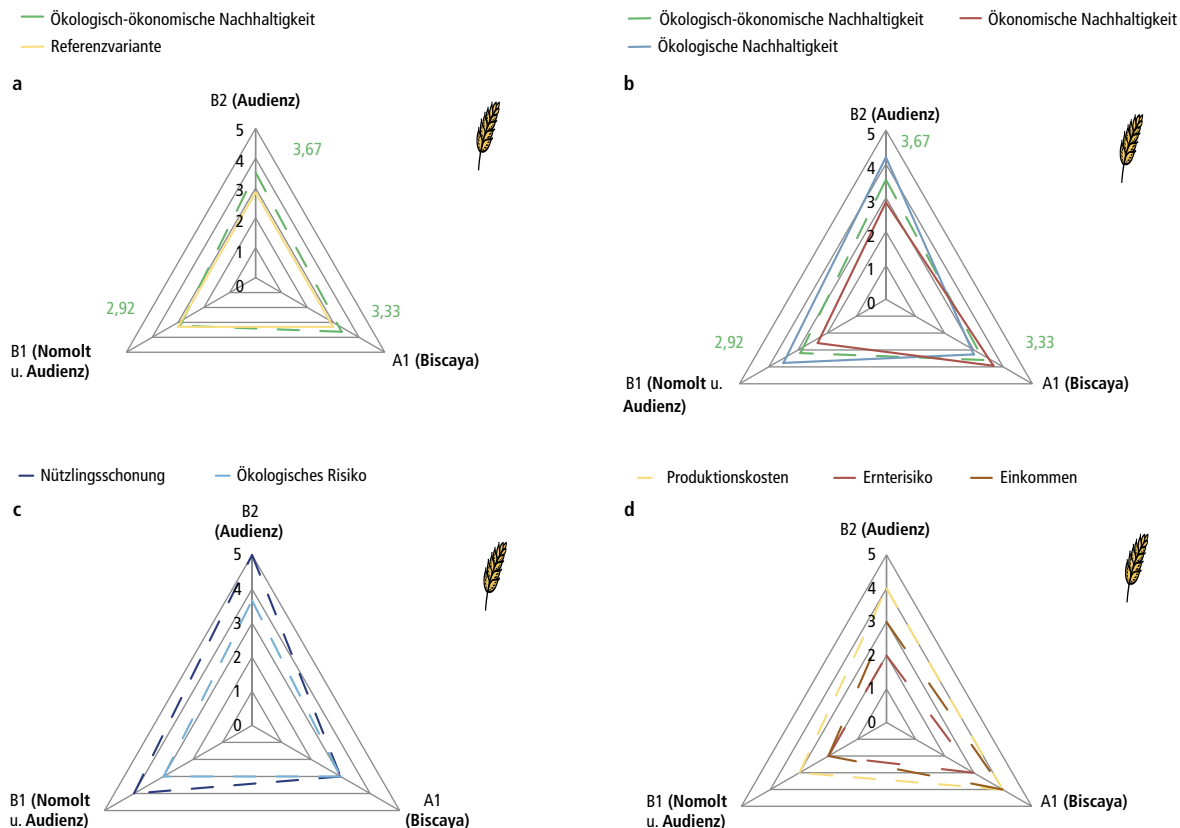


Abb. 2 | Resultate der Nachhaltigkeitsbewertung für Insektizide gegen Getreidehähnchen.

zuverlässig gegen Larven des Getreidehähnchens wirkt und **Biscaya** zwar eine sehr gute Wirkung erzielt, aber die Nützlinge stark schädigt. Die ökologisch-ökonomische Gesamtnachhaltigkeit dieser Referenz wird von zwei der drei alternativen Varianten übertroffen. Abbildung 2a zeigt, dass dies die Varianten B2 (**Audienz**) und A1 (**Biscaya**) sind, welche Bewertungen für die Gesamtnachhaltigkeit erreichen, die deutlich über 3,0 liegen. Die Gesamtnachhaltigkeit der Variante B1 (**Nomolt** und **Audienz**) ist leicht schlechter als die Referenz. Mit den Abbildungen 2b-d lassen sich die Resultate für die Gesamtnachhaltigkeit bezüglich der tieferen Attributen verfolgen. Interessant ist zu sehen, dass die beiden besten Varianten aus sehr unterschiedlichen Gründen bei der Gesamtnachhaltigkeit besser als die Referenz bewertet sind. Variante B2 (**Audienz**) hat einen starken Vorteil gegenüber der Referenz bei der ökologischen Nachhaltigkeit, wo sie eine Bewertung von 4,33 aufweist (Abb. 2b). Dies ist mit einer viel besseren Nützlingschonung (5,0) und einem besseren ökologischen Risiko (3,67) begründet (Abb. 2c). Bezüglich wirtschaftlichen Attributen bestehen bei B2 (**Audienz**) jedoch Vor- und Nachteile gegenüber der Referenz. Während das Ernterisiko höher und somit die zu erwartenden Erntemengen schlechter sind (Abb. 2d), sind die Produktionskos-

ten tiefer, da eine Durchfahrt (Fr. 77.–/ha für Maschine und Arbeit) und die Kosten für **Nomolt** (Fr. 78.–/ha) entfallen. Da sich dieser Kostenvorteil durch die tieferen Erlöse (tiefere Erntemengen) gerade aufhebt, resultiert ein Einkommen, das sich nicht signifikant von der Referenz unterscheidet.

Bei Variante A1, wo gegenüber der Referenz auf **Nomolt** verzichtet und einmal **Biscaya** eingesetzt wird, wird wegen der sehr guten Wirkung von **Biscaya** das Ernterisiko nicht verschlechtert, das heisst, die erwartete Erntemenge ist gleich wie bei der Referenz. Somit bewirkt der Kostenvorteil (kein **Nomolt** und eine Fahrt weniger) ein entsprechend besseres Einkommen (Abb. 2d).

## Resultate für Kartoffeln

Die Referenzvariante, welche die heutige Praxis im Rahmen der ÖLN-Auflage im Jahr 2012 abbildet, beinhaltet eine Behandlung mit **Audienz** gegen Kartoffelkäfer (keine Sonderbewilligung nötig) und eine Behandlung gegen Blattläuse mit **Plenum** (verlangt Sonderbewilligung) unter der Annahme, dass für beide Schädlinge die Schadschwelle überschritten ist. Die ökologisch-ökonomische Gesamtnachhaltigkeit der Referenzvariante wird

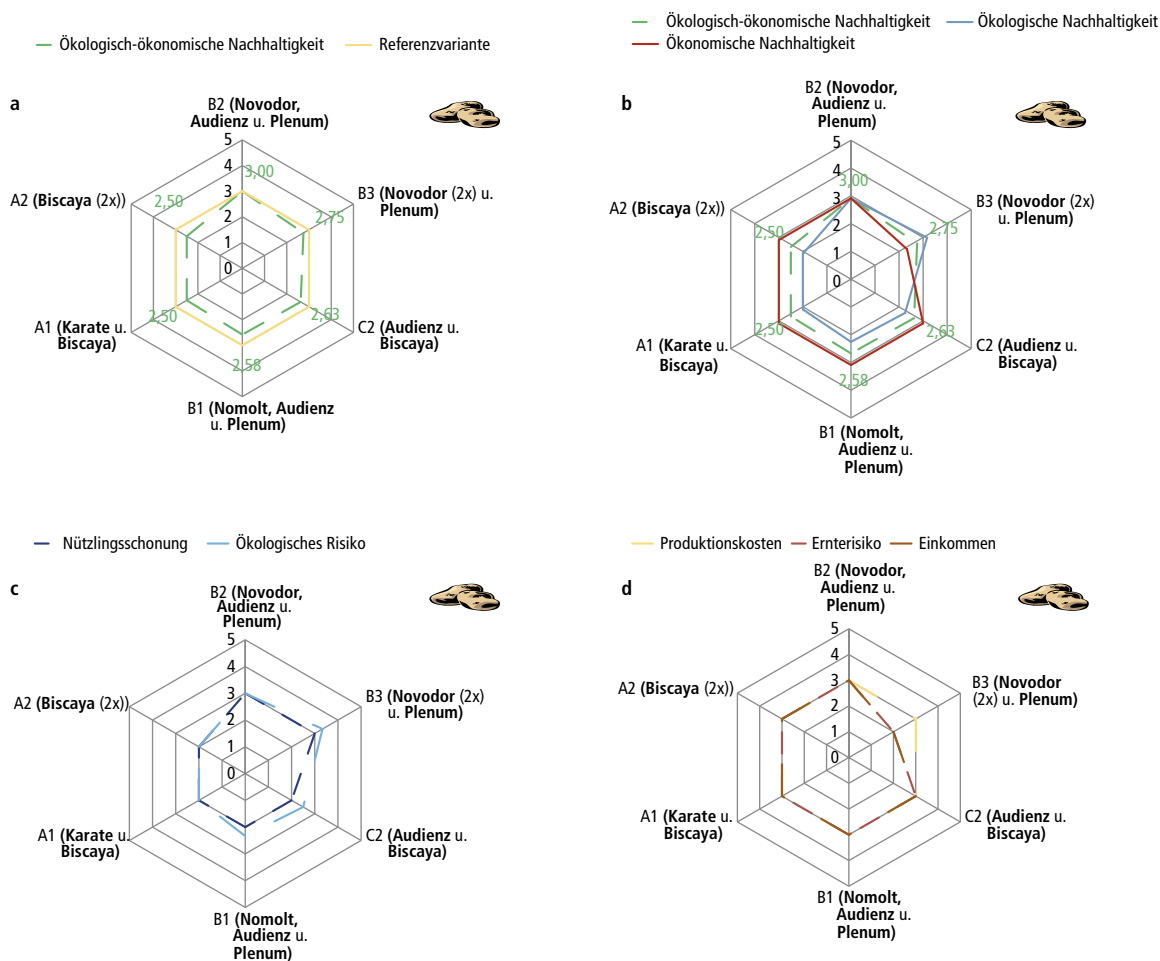


Abb. 3 | Resultate der Nachhaltigkeitsbewertung für Insektizide gegen Kartoffelkäfer und Blattläuse.

von keiner der sechs alternativen Varianten übertroffen. Unter den alternativen Varianten erreicht die Variante B2, bei der im Unterschied zur Referenz vor dem Einsatz von Audienz noch zusätzlich das Bioinsektizid **Novodor** (*Bacillus thuringiensis*) eingesetzt wird, die beste Gesamtnachhaltigkeit von 3,0, was gleich gut ist wie die Referenz (Abb. 3a). Ein Blick auf die Abbildungen 3b-c zeigt, dass die Variante B2 sich bei allen Unterattributen ebenfalls nicht signifikant von der Referenz unterscheidet, indem sie überall die Bewertung 3,0 aufweist. Dies mag vielleicht bezüglich der Produktionskosten erstaunen, weil B2 im Vergleich zur Referenz zusätzlich eine Behandlung mit **Novodor** beinhaltet. Deshalb weisen alle Varianten insgesamt 14 Fahrten auf. Tatsächlich verursacht dies Mehrkosten von Fr. 192.–/ha, was einer Einbusse von weniger als 5% beim Stundenlohn entspricht. Zusätzliche Kosten für Maschine und Arbeit entfallen, da für die Referenz und alle alternativen Varianten je 14 Fahrten pro Hektar und Jahr definiert wurden. Da diese Fahrten vor allem

durch Fungizide bedingt sind (Tab. 1) können zusätzliche Insektizide in der Praxis als Tankmischung zusammen mit Fungiziden ausgebracht werden.

Die Variante B3 (zweimal **Novodor** und **Plenum**), welche im Unterschied zur Referenz gegen Kartoffelkäfer statt einmal **Audienz** zwei Mal **Novodor** einsetzt, erreicht die Bewertung 2,75 für die Gesamtnachhaltigkeit (Abb. 3a), obwohl sie mit zweifacher Applikation von **Novodor** bezüglich ökologischem Risiko Vorteile gegenüber der Referenz aufweist (3,33) und bezüglich Nützlingschonung gleich abschneidet wie die Referenz (Abb. 3c). Dabei stehen diesen ökologischen Vorteilen jedoch Mehrkosten von Fr. 353.–/ha gegenüber. Weil jedoch keine Vorteile bezüglich Ernterisikos vorhanden sind, fällt auch das Einkommen tiefer aus als bei der Referenz. Insgesamt überwiegen die ökonomischen Nachteile gegenüber den ökologischen Vorteilen bei der Variante B3 gegenüber der Referenz (Abb. 3b).

Die übrigen vier Alternativen (C2, B1, A1, A2) weisen alle das gleiche Profil auf. Sie alle weichen bezüglich

Wirtschaftlichkeit nicht signifikant von der Referenz ab, während sie klare Nachteile bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit aufweisen (Abb. 3b, 3c).

Gegen Blattläuse in Kartoffeln wurde in den untersuchten Varianten das Insektizid **Plenum** (Pymetrozine) eingesetzt. Als Alternative kann auch **Teppeki** (Flonicamid) eingesetzt werden. Sowohl **Plenum** wie **Teppeki** könne als neutral gegenüber Nebenwirkungen auf Nützlinge eingestuft werden (siehe entsprechenden Beitrag in dieser Nummer, Breitenmoser und Baur, 2013).

## Diskussion

Diese Studie zeigte, dass wenn die Schadschwelle überschritten ist, sowohl gegen Getreidehähnchen wie auch gegen Kartoffelkäfer der Einsatz von **Audienz** die Nützlinge besser schont als **Biscaya**, womit **Audienz** das Ziel der ÖLN-Auflage besser erfüllt. Auch wenn nebst der Nützlingsschonung weitere ökologische und auch wirtschaftliche Attribute einbezogen werden, zeigt **Audienz** eine bessere Gesamtnachhaltigkeit als **Biscaya**. Da beim Anbau von Kartoffeln bereits heute im Rahmen des ÖLN für **Audienz** keine Sonderbewilligungen verlangt werden, würde neu die behandelte Getreidefläche zur Anwendungsfläche hinzukommen. Würde dadurch die Gefahr von Resistenzen gegen **Audienz** zunehmen? Die Expertengruppe unserer Studie ist der Meinung, so lange im Getreide der Flächenanteil von «Extenso» (keine Insektizide und Fungizide erlaubt) bei etwa 50% und höher bleibe und die Häufigkeit von Insektizidbehandlungen im Getreidebau im Mittel tief bleibe, dürfe das Resistenzrisiko gering bleiben. Zusätzlich sollte nicht vergessen werden, dass bei geringem Druck von Getreidehähnchen eine Behandlung mit **Nomolt** genügen würde. Bei Kartoffeln, wo die Toleranz für Schäden sehr tief ist, würde man sich in der Praxis kaum alleine auf **Nomolt** oder **Novodor** verlassen. Bientoxizität wurde in unserer Studie nicht explizit als Nachhaltigkeitsattribut bewertet, weil nach Meinung der Expertinnen und Experten Bienen weder in Getreide noch in Kartoffeln in grösserer Anzahl vorkommen. Ein Restrisiko bleibt, falls in der Region das Blütenangebot allgemein klein wäre und gleichzeitig durch Blattlausbefall in Getreide oder Kartoffeln die Bienen wegen des Honigtaus angezogen würden.

Während der Studien hat sich gezeigt, dass die Datenglage bezüglich der Wirkung von Insektiziden auf Nützlinge relativ schlecht auf aktuelle Felddaten abgestützt ist. Im Weiteren kann nicht ausgeschlossen werden, dass selbst Fungizide, vor allem im Falle von wiederholten Anwendungen im gleichen Feld und Jahr wie dies bei Kartoffeln üblich ist, sich negativ auf Nützlinge auswirken können. Auch hier sind praktisch keine Felddaten

verfügbar. Da ab dem Jahr 2014 in allen EU-Ländern der Integrierte Pflanzenschutz flächendeckend eingeführt wird, werden Felddaten zur Nützlingsschonung generell auf mehr Interesse stossen – sowohl bei den Anwendern wie auch bei den Pflanzenschutzmittelherstellern.

## Schlussfolgerungen

Unter der Annahme, dass die Schadschwellen für Getreidehähnchen und Kartoffelkäfer überschritten sind, hat die Nachhaltigkeitsbewertung dieser Studie verschiedene praxisrelevante Pflanzenschutzvarianten untersucht. Es zeigte sich, dass es im Wesentlichen auf einen Vergleich der beiden Insektizide **Audienz** (Spinosad/ Spinosyn) und **Biscaya** (Thiaclopid/ Neonicotinoid) hinausläuft. Folgende Empfehlungen für die ÖLN-Auflagen können auf Grund dieser Studie gemacht werden:

- Gegen Getreidehähnchen könnte von den untersuchten Insektiziden neu **Audienz** (Spinosad) auch ohne Sonderbewilligung im Rahmen der Direktzahlungsverordnung für den ÖLN freigegeben werden. Hingegen sollte für **Biscaya** weiterhin eine Sonderbewilligung vorgeschrieben werden, weil dieses Insektizid die Nützlinge viel weniger gut schont. Dem starken Vorteil von **Audienz** bezüglich Nützlingsschonung stehen im Vergleich zu **Biscaya** leichte wirtschaftliche Nachteile gegenüber. Über alle untersuchten Attribute gesehen, weist jedoch **Audienz** die beste Nachhaltigkeit auf. Die Freigabe von **Audienz** in Getreide würde auch den Vollzug bei hohem Schädlingsdruck vereinfachen, da ein wirksames Mittel ohne Sonderbewilligung zur Verfügung stehen würde.
- Bezüglich der Bekämpfung von Kartoffelkäfern bestätigte sich, dass **Audienz** weiterhin ohne Sonderbewilligung eingesetzt werden kann und damit auch in dieser Kultur eine viel bessere Schonung der Nützlinge erreicht wird, als wenn **Biscaya** eingesetzt würde. – Gegen Blattläuse in Kartoffeln könnten neu die beiden Insektizide **Plenum** und **Teppeki** ohne ÖLN-Auflage freigegeben werden, weil ihr Einsatz im gesamten System die Nützlinge nicht zusätzlich schädigt und die ökologischen Risiken nicht zusätzlich erhöht. ■

### Dank

Wir bedanken uns beim Bundesamt für Landwirtschaft BLW für den Auftrag und Finanzierung des Projektes «Nachhaltigkeitsbewertung von Sonderbewilligungen für Insektizide gegen Kartoffelkäfer und Getreidehähnchen». Unser Dank geht auch an alle Mitglieder der Expertengruppe.

### Weiterführende Informationen

Im Internet sind detailliertere Beschreibungen und Resultate zu den Behandlungsplänen, zur Analyse der Nützlingsschonung, des ökologischen Risikos (Synops) und zur Vollkostenberechnung, sowie die Namen der Mitglieder der Expertengruppe abrufbar: <http://www.agroscope.admin.ch> → Erweiterte Suche/ Suchbegriff: Mouron; Bereich: Publikationen

## Riassunto

### Valutazione della sostenibilità di insetticidi nella coltivazione di cereali e patate in Svizzera

Nel quadro della prova che le esigenze ecologiche sono rispettate (PER), in Svizzera, per la coltivazione di patate e di cereali, occorrono autorizzazioni speciali per quegli insetticidi che non rispettano gli organismi utili. Per verificare l'efficacia di questa condizione PER, è stata confrontata una variante di riferimento, che rappresenta le attuali condizioni PER, con altre varianti di insetticidi. A tale scopo è stata effettuata una valutazione della sostenibilità secondo il metodo SustainOS che, oltre alla salvaguardia degli organismi utili, presta attenzione anche ai rischi ecotossicologici e agli aspetti economici. I risultati mostrano che, contro la criocera del frumento, l'impiego unico di **Audienz** (Spinosad) migliorerebbe in modo significativo la sostenibilità rispetto alla variante di riferimento (**Nomolt** [Teflubenzuron] più **Biscaya** [Thiacloprid]). Nel caso della dorifora della patata, invece, in cui è preso come riferimento **Audienz**, non è stata trovata alcuna alternativa che potrebbe presentare una migliore sostenibilità. Inoltre lo studio mostra che le varianti con **Novodor** (*Bacillus thuringiensis*) pur conservando bene gli organismi utili, presentano un notevole rischio correlato al raccolto e costi elevati. Di conseguenza si raccomanda il mantenimento delle condizioni PER riguardanti la dorifora della patata e l'adeguamento di quelle per la criocera del frumento.

## Literatur

- Breitenmoser S. & Baur R., 2013. Einfluss von Pflanzenschutzstrategien auf Nützlinge im Ackerbau. *Agrarforschung Schweiz* 4 (9), 376–383.
- Brenner H., Hochstrasser M., 2011. Pflanzenschutzmittel im Feldbau. Datenblätter Ackerbau, Agridea, Lindau.
- Gazzarin C., 2011. Maschinenkosten 2011. ART-Bericht 747, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Gutsche V. & Strassemeyer J., 2007. SYNOPSIS – ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Nachrichtenbl. *Deut. Pflanzenschutzd.* 59 (9), 197–210.
- Mouron P., Aubert U., Heijne B., Naef A., Strassemeyer J., Hayer F., Gaillard G., Mack G., Hernandez J., Avilla J., Solé J., Sauphanor B., Alaphilippe A., Patocchi A., Samietz J., Höhn H., Bravin E., Lavigne C., Bohanec M. & Bigler F., 2012. A Multi-attribute Decision Method for Assessing the

## Summary

### Sustainability assessment of insecticides in Swiss grain and potato production

As part of the Proof of Ecological Performance (PEP), Switzerland requires special permits to be obtained for the use in cereals and potato production of authorised insecticides which have a potential to impact beneficial arthropods. In order to test the impact of this PEP requirement, a reference variant illustrating the current PEP requirements was compared with other insecticide variants. For this purpose, a sustainability assessment taking account of ecotoxicological risks and economic viability in addition preservation of beneficials was performed according to the «SustainOS» methodology. The results show that the one-off use of **Audienz** (spinosad) against cereal-leaf beetle would significantly improve sustainability vis-à-vis the reference (**Nomolt** [teflubenzuron] plus **Biscaya** [thiacloprid]). In the case of Colorado beetle, however, where **Audienz** is considered the reference, no alternative which would exhibit better sustainability could be found. Furthermore, the study shows that variants with **Novodor** (*Bacillus thuringiensis*) are friendly to beneficials, but pose an increased risk to yield and incur higher costs. Consequently, it can be recommended that the PEP requirements with respect to Colorado beetle be retained and adapted for cereal-leaf beetle.

**Key words:** sustainable agriculture, plant protection strategies, wheat, potato, full cost calculation, ecological risk assessment (Synops).

- Overall Sustainability of Crop Protection Strategies: A Case Study Based on Apple Production in Europe. In: Marta-Costa A.A., Silva E. (Eds.), *Methods and Procedures for Building Sustainable Farming Systems*, Springer, pp. 123–137.
- Mouron P., Heijne B., Naef A., Strassemeyer J., Hayer F., Avilla J., Alaphilippe A., Höhn H., Hernandez J., Gaillard G., Mack G., Solé J., Sauphanor B., Samietz J., Patocchi A., Bravin E., Lavigne C., Bohanec M., Aubert U. & Bigler F., 2012. Sustainability assessment of crop protection systems: SustainOS methodology and its application for apple orchards. *Agricultural Systems* 113, 1–15.
- Naef A., Mouron P. & Höhn H., 2011. Nachhaltigkeitsbewertung von Pflanzenschutzstrategien im Apfelanbau. *Agrarforschung Schweiz* 2 (7–8), 334–341.





## Agrarforschung Schweiz / Recherche Agronomique Suisse AFOS-RAS

# Zusätzliches Material zu

**Mouron P., Calabrese C., Breitenmoser St., Spycher S. & Baur R., 2013.**

**Nachhaltigkeitsbewertung von Insektiziden im Getreide- und Kartoffelanbau der Schweiz.**

***Agrarforschung Schweiz 4 (9): 368-375.***

## Nachhaltigkeitsbewertung von Insektiziden im Getreide- und Kartoffelanbau der Schweiz

Patrik Mouron<sup>1</sup>, Chiara Calabrese<sup>1</sup>, Stève Breitenmoser<sup>2</sup>, Simon Spycher<sup>3</sup>, Robert Baur<sup>3</sup>

*Auskünfte: Patrik Mouron, E-Mail: patrik.mouron@agroscope.admin.ch*

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Schweiz

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Route de Duillier 50, Postfach 1012, 1260 Nyon 1, Schweiz

<sup>3</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Schloss 1, Postfach, 8820 Wädenswil, Schweiz

Expertengruppe		
	Person	Organisation
1	Frei Christoph	Landwirt, Weizen und Kartoffeln; Plattform Ackerbau
2	Häberli Hansjakob	Landwirt, Weizen; LOBAG, Präsident Pflanzenbaukommission
3	van der Veer Simon	Landwirt; Kartoffel; Lehrer am Inforama Zollikofen
4	Vonlanthen Irene	Kartoffel, VSKP, Vertretung für Ruedi Fischer
5	Gygax Michel	Kt. BE, Fachstelle Pflanzenschutz
6	Hochstrasser Markus	Kt. ZH, Fachstelle Pflanzenschutz
7	Emmenegger Joseph	Kt. FR, Fachstelle Pflanzenschutz
8	Mouron Patrik	Agroscope ART (Projektleiter; Nachhaltigkeitsbewertung)
9	Calabrese Chiara	Agroscope ART (Wiss. Projektmitarbeiterin; Vollkostenanalyse)
10	Spycher Simon	Agroscope ACW (Synops-Analyse)
11	Baur Robert	Agroscope ACW (Analyse Nützlingsschonung)
12	Breitenmoser Stève	Agroscope ACW (Analyse Nützlingsschonung)
13	Nyffenegger Laurent	BLW, FB Öko- und Ethoprogramme
14	Cerutti Fabio	BLW, FB Pflanzenschutzmittel
15	de Loriol Arnaud	BLW, FB Pflanzliche Produkte



## Resultate der Analyse des ökologisches Risikos: Synops-Modell

Tabelle 0.1. Vergleichende Risikobewertung für aquatische Organismen für die in der Systembeschreibung definierten 5 Varianten für Getreide bzw. die 7 Varianten für Kartoffeln

Kultur	Variante	akute aquatische ETR	Kategorie	Ausschlaggebender Wirkstoff	chronische aquatische ETR	Kategorie
Getreide	A1	0.012	3	<i>Thiacloprid</i>	0.116	4
	B1	0.024	3	<i>Teflubenzuron</i>	0.722	4
	B2	0.0007	1	<i>Spinosad</i>	0.053	3
	C1 (RV)	0.024	3	<i>Teflubenzuron</i>	0.700	4
Kartoffeln	A1	0.57	4	<i>lambda-Cyhalotrin</i>	0.323	4
	A2	0.0155	3	<i>Thiacloprid</i>	0.144	4
	B1	0.014	3	<i>Teflubenzuron</i>	0.401	4
	B2	0.0003	1	<i>Spinosad</i>	0.019	3
	B3	<0.0001	1	<i>Pymetrozine</i>	0.002	2
	C1 (RV)	0.0003	1	<i>Spinosad</i>	0.019	3
	C2	0.0093	2	<i>Thiacloprid</i>	0.096	3

Legende:

ETR	< 0.001	0.001 – 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 1	>1
Kategorie	1	2	3	4	5
Bezeichnung	tief	leicht	mittel	erhöht	hoch

ETR: Exposure Toxicity Ratio = Exposure / Toxicity

Tabelle 0.2. Vergleichende Risikobewertung für Regenwürmer für die in der Systembeschreibung definierten Varianten für Getreide und Kartoffeln

Kultur	Variante	akute aquatische ETR	Kategorie	chronische aquatische ETR	Kategorie	Ausschlaggebender Wirkstoff (Chronische ETR)
Getreide	A1	0.0003	1	0.475	4	<i>Thiacloprid</i>
	B1	0.0001	1	0.015	3	<i>Spinosad</i>
	B2	<0.0001	1	0.013	3	<i>Spinosad</i>
	C1 (RV)	0.0003	1	0.436	4	<i>Thiacloprid</i>
Kartoffeln	A1	0.0003	1	0.459	4	<i>Thiacloprid</i>
	A2	0.0005	1	0.697	4	<i>Thiacloprid</i>
	B1	<0.0001	1	0.022	3	<i>Spinosad</i>
	B2	<0.0001	1	0.022	3	<i>Spinosad</i>
	B3	<0.0001	1	0.021	3	<i>Pymetrozine</i>
	C1 (RV)	<0.0001	1	0.022	3	<i>Spinosad</i>
	C2	0.0003	1	0.426	4	<i>Thiacloprid</i>

Legende:

ETR	< 0.001	0.001 – 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 1	>1
Kategorie	1	2	3	4	5
Bezeichnung	tief	leicht	mittel	erhöht	hoch

ETR: Exposure Toxicity Ratio = Exposure / Toxicity



## Schema der Vollkostenberechnung

Die Kosten spielen eine wichtige Rolle für die Bewertung der Nachhaltigkeit eines Systems. Die Vollkostenanalyse hat zum Ziel, die entstandenen Kosten einer PS-Variante zu berechnen. Gleichzeitig kann die Wirtschaftlichkeit des Prozesses kontrolliert und eine Erfolgsbewertung ermöglicht werden. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Formeln jeweils für 1 Hektare:

**Produktionskosten** = Direktkosten + Strukturkosten

**Direktkosten** =

- + Kosten der Pflanzenschutzmittel (Mittelwert von 2009/11)
- + Düngungskosten (Mittelwert von 2009/11)
- + Saatgutkosten
- + andere Direktkosten

**Strukturkosten** =

- + Arbeitskosten (28.- Fr./h)
- + Maschinenkosten (inkl. Abschreibung)
- + Gebäudekosten
- + Zinskosten (3.0% bis 3.75%)
- + Bodenzins (729 CHF)
- + andere Strukturkosten

**Total Leistungen (Fr./ha)** = (Verkaufte Menge \* Preis) + Direktzahlungen

**Verkaufte Menge** = Erntemenge \* Erntesicherheit (%)

**Kalkulierter Gewinn/Verlust pro ha** = Total Leistung - Produktionskosten

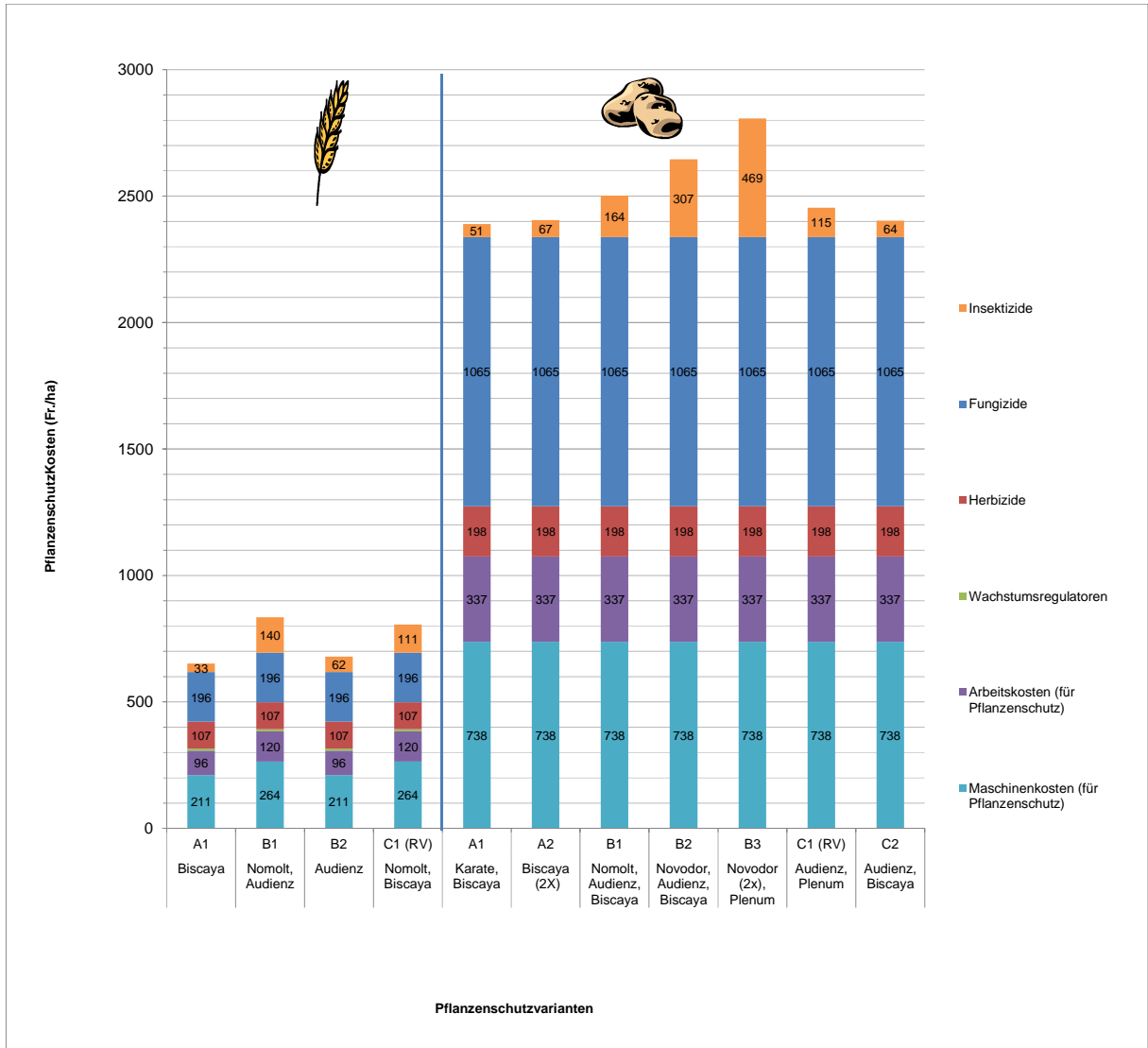
**Arbeitseinkommen interne AK (Fr./ha)** = Arbeitskosten + Gewinn resp. Verlust

**Stundenlohn interne AK** =  $\frac{\text{Arbeitseinkommen interne AK pro ha}}{\text{Arbeitsstunden pro ha}}$

Die Vollkostenrechnung stellt der betriebswirtschaftlichen Leistung, bestehend aus Erntemenge, Preis und Direktzahlungen, die gesamten Produktionskosten inklusive Lohnkosten von 28.- Fr./h (Gazzarin, 2011) gegenüber, um den Gewinn respektive den Verlust zu ermitteln. Ein Gewinn von 0.- Fr./ha bedeutet deshalb, dass die totalen Produktionskosten gedeckt sind, inklusive dem angenommenen Lohnanspruch von 28.- Fr./h. Analog bedeutet ein berechnetes Arbeitseinkommen von mehr 28.- Fr./h, dass ein Gewinn erwirtschaftet wurde.



## Resultate der betriebswirtschaftlichen Analyse: Vollkostenrechnung





Überblick Varianten		Einheiten	Grundvarianten			
Winterweizen, 1ha			A1	B1	B2	C1
			Referenz			
<b>Behandlungen</b>						
Anzahl_Behandlungen_Insektizid	#		1.0	2.0	1.0	2.0
Anzahl_Behandlungen_Fungizid	#		2.0	2.0	2.0	2.0
Anzahl_Behandlungen_Herbizid	#		1.0	1.0	1.0	1.0
Anzahl_Behandlungen_Wachstumsregulatoren	#		1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Total Behandlungen</b>	<b>#</b>		<b>5.0</b>	<b>6.0</b>	<b>5.0</b>	<b>6.0</b>
Anzahl Tank-Mischungen	#		1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Total Fahrten</b>	<b>#</b>		<b>4.0</b>	<b>5.0</b>	<b>4.0</b>	<b>5.0</b>
<b>Kosten PSM</b>						
Kosten_Insektizid	Fr./ha		33	140	62	111
<b>Anteil Insektizidkosten an PSM-Kosten</b>			<b>10%</b>	<b>31%</b>	<b>17%</b>	<b>26%</b>
<b>Anteil Insektizidkosten an PSM-Kosten</b>			<b>5%</b>	<b>17%</b>	<b>9%</b>	<b>14%</b>
<b>Anteil Insektizidkosten an totalen Produktionskosten</b>			<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>
Kosten_Fungizid	Fr./ha		196	196	196	196
Kosten_Herbizid	Fr./ha		107	107	107	107
Kosten_Wachstumsregulatoren	Fr./ha		8	8	8	8
<b>Total Kosten (PSM)</b>	<b>Fr./ha</b>		<b>344</b>	<b>450</b>	<b>372</b>	<b>422</b>
Arbeitskosten PS	Fr./ha		96	120	96	120
Maschinenkosten PS	Fr./ha		211	264	211	264
<b>Total Kosten (PS)</b>	<b>Fr./ha</b>		<b>651</b>	<b>834</b>	<b>680</b>	<b>806</b>
<b>Anteil der Totalkosten</b>	<b>%</b>		<b>11.8%</b>	<b>14.6%</b>	<b>12.2%</b>	<b>14.2%</b>
Saatgut	Fr/ha		258	258	258	258
Dünger total	Fr/ha		328	328	328	328
Waaglohn, Hagelversicherung, Beiträge	Fr/ha		469	464	464	469
<b>Total Direktkosten</b>	<b>Fr/ha</b>		<b>1398</b>	<b>1500</b>	<b>1422</b>	<b>1476</b>
Total Arbeit Kosten	Fr/ha		907	931	907	931
Arbeit_Kosten ohne PS	Fr/ha		810	810	810	810
Total Maschinen Kosten	Fr/ha		1645	1698	1645	1698
Maschinen_Kosten ohne PS	Fr/ha		1434	1434	1434	1434
Gebäudekosten (ohne Unterbringung Maschinen)	Fr/ha		75	75	75	75
Zinskosten	Fr/ha		33	35	34	34
Bodenzins	Fr/ha		729	729	729	729
Andere Strukturkosten	Fr/ha		739	739	739	739
<b>Total Strukturkosten</b>	<b>Fr/ha</b>		<b>4127</b>	<b>4205</b>	<b>4127</b>	<b>4205</b>
<b>Produktionskosten</b>						
Produktionskosten per kg	Fr./kg		0.73	0.77	0.75	0.75
Produktionskosten per ha	Fr./ha		5525	5705	5549	5681
<b>Leistung</b>						
Leistung per kg (mit DZ)	Fr./kg		0.78	0.79	0.79	0.78
Leistung per ha	Fr./ha		5962	5879	5879	5962
Erwarteter Ertrag gemäss Erntesicherheit	dt/ha		76.00	74.40	74.40	76.00
Erntesicherheit	%		95%	93%	93%	95%
<b>Gewinn; Verlust pro kg</b>	<b>Fr./kg</b>		<b>0.06</b>	<b>0.02</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
<b>Kalkulierter Gewinn; Verlust pro ha</b>	<b>Fr./ha</b>		<b>437</b>	<b>174</b>	<b>330</b>	<b>281</b>
Arbeitsproduktivität	Leistung pro Akh		184	177	182	179
Arbeitsstunden	h/ha		32	33	32	33
Kalkulierter Arbeitslohn interne AK pro ha	Fr./ha		1343	1104	1236	1211
Kalkulierter Stundenlohn interne AK	Fr./h		41.5	33.2	38.2	36.4
Leistung per kg (ohne DZ)	Fr./kg		0.56	0.56	0.56	0.56
Preis für Speisewaren	Fr./dt		52			
Preis für Abgang (Stroh)	Fr./dt		11			

PSM: Pflanzenschutzmittel; PS = Pflanzenschutz



Überblick Varianten		Einheiten		Grundvariante						
<b>Speisekartoffel, 1ha</b>				<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>
				Referenz						
<b>Behandlungen</b>										
Anzahl_Behandlungen_Insektizid	#	2	2	3	3	3	2	2		
Anzahl_Behandlungen_Fungizid	#	13	13	13	13	13	13	13		
Anzahl_Behandlungen_Herbizid	#	2	2	2	2	2	2	2		
<b>Total Behandlungen</b>	#	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		
Anzahl Tank-Mischungen	#	3	3	4	4	4	3	3		
<b>Anzahl Fahrten</b>	#	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		
<b>Kosten PSM</b>										
Kosten_Insektizid	Fr./ha	51	67	164	307	469	115	64		
<b>Anteil Insektizidkosten an PSM-Kosten</b>		<b>4%</b>	<b>5%</b>	<b>11%</b>	<b>20%</b>	<b>27%</b>	<b>8%</b>	<b>5%</b>		
<b>Anteil Insektizidkosten an PS-Kosten</b>		<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>7%</b>	<b>12%</b>	<b>17%</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>		
<b>Anteil Insektizidkosten an totalen Produktionskosten</b>		<b>0.3%</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.9%</b>	<b>1.7%</b>	<b>2.6%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.4%</b>		
Kosten_Fungizid	Fr./ha	1065	1065	1065	1065	1065	1065	1065		
Kosten_Herbizid	Fr./ha	198	198	198	198	198	198	198		
<b>Total Kosten (PSM)</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>1314</b>	<b>1330</b>	<b>1427</b>	<b>1570</b>	<b>1731</b>	<b>1378</b>	<b>1327</b>		
Arbeitskosten PS	Fr./ha	337	337	337	337	337	337	337		
Maschinenkosten PS	Fr./ha	738	738	738	738	738	738	738		
<b>Total Kosten (PS)</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>2390</b>	<b>2405</b>	<b>2503</b>	<b>2646</b>	<b>2807</b>	<b>2454</b>	<b>2403</b>		
<b>Anteil des Totalkosten</b>	<b>%</b>	<b>13.5%</b>	<b>13.6%</b>	<b>14.0%</b>	<b>14.7%</b>	<b>15.5%</b>	<b>13.8%</b>	<b>13.6%</b>		
Saatgut	Fr./ha	3280	3280	3280	3280	3280	3280	3280		
Dünger total	Fr./ha	788	788	788	788	788	788	788		
Waaglohn, Hagelversicherung, Beiträge	Fr./ha	977	977	977	977	928	977	977		
<b>Total Direktkosten</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>6360</b>	<b>6375</b>	<b>6473</b>	<b>6616</b>	<b>6728</b>	<b>6424</b>	<b>6373</b>		
Total Arbeit Kosten	Fr./ha	5634	5634	5634	5634	5634	5634	5634		
Arbeit_Kosten ohne PS	Fr./ha	5297	5297	5297	5297	5297	5297	5297		
Total Maschinen Kosten	Fr./ha	4544	4544	4544	4544	4544	4544	4544		
Maschinen_Kosten ohne PS	Fr./ha	3805	3805	3805	3805	3805	3805	3805		
Gebäudekosten (ohne Unterbringung Maschinen)	Fr./ha	75	75	75	75	75	75	75		
Zinskosten	Fr./ha	95	96	97	99	101	96	96		
Bodenzins	Fr./ha	729	729	729	729	729	729	729		
Andere Strukturkosten	Fr./ha	261	261	261	261	261	261	261		
<b>Total Strukturkosten</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>11338</b>	<b>11339</b>	<b>11340</b>	<b>11342</b>	<b>11344</b>	<b>11339</b>	<b>11338</b>		
<b>Produktionskosten</b>										
Produktionskosten per kg	Fr./kg	0.391	0.391	0.393	0.396	0.420	0.392	0.391		
Produktionskosten per ha	Fr./ha	17698	17714	17813	17958	18072	17763	17711		
<b>Leistung</b>										
Leistung per kg (ohne DZ)	Fr./kg	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34		
Leistung per ha	Fr./ha	16918	16918	16918	16918	16156	16918	16918		
Erwarteter Ertrag gemäss Erntesicherheit	dt/ha	453	453	453	453	430	453	453		
Erntesicherheit	%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%		
<b>Gewinn; Verlust pro kg</b>	<b>Fr./kg</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.04</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.02</b>		
<b>Kalkulierter Gewinn; Verlust pro ha</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>-780</b>	<b>-796</b>	<b>-895</b>	<b>-1040</b>	<b>-1916</b>	<b>-845</b>	<b>-793</b>		
Arbeitsproduktivität	Leistung pro Akh	84	84	84	84	80	84	84		
Arbeitsstunden	h/ha	201	201	201	201	201	201	201		
Kalkulierter Arbeitslohn interne AK pro ha	Fr./ha	4854	4838	4739	4594	3718	4789	4841		
Kalkulierter Stundenlohn interne AK	Fr./h	24.1	24.0	23.6	22.8	18.5	23.8	24.1		
Preis für Speisewaren	Fr./dt	42.68								
Preis für Erleseabgang	Fr./dt	6.50								

PSM: Pflanzenschutzmittel; PS = Pflanzenschutz



## **Resultate der Analyse der Nützl意思sschonung**

Resultate der Analyse der Nützl意思sschonung sind in einem separaten Artikel in dieser Ausgabe der Agrarforschung beschrieben in:

**Breitenmoser, St., Baur, R., 2013. Einfluss von Pflanzenschutzstrategien auf Nützl意思ge im Ackerbau. *Agrarforschung Schweiz* 4 (9), 376-383.**

*Auskünfte: Stève Breitenmoser, [steve.breitenmoser@agroscope.admin.ch](mailto:steve.breitenmoser@agroscope.admin.ch)*