

Gezielter Pflanzenschutz durch Krankheits- und Wetterprognosen

Kwizda KX Field KPI Bericht

1. Hintergrund

1.1 Ausgangslage

Pflanzenkrankheiten können erhebliche Ertragsverluste verursachen, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt und behandelt werden. Eine regelmäßige Kontrolle der Bestände ist jedoch zeitaufwendig und Krankheiten können sich bereits vor dem Auftreten sichtbarer Symptome ausbreiten. Gleichzeitig sind die aktuellen Witterungsbedingungen entscheidend für die optimale Wirkung von Pflanzenschutzmitteln. KX Field soll hier unterstützen, indem es frühzeitig auf mögliche Krankheitsrisiken hinweist und geeignete Bedingungen für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln aufzeigt. Die Informationen werden übersichtlich über eine digitale Anwendung bereitgestellt und sollen dadurch eine praxisnahe Unterstützung bei der Pflanzenschutzentscheidung ermöglichen. Im Rahmen eines Versuchs wurde KX Field praktisch erprobt und bewertet. Im folgenden Bericht werden die aus den Versuchsergebnissen abgeleiteten ökonomischen sowie ökologischen Kennzahlen vorgestellt.

1.2 Was ist KX Field?

KX Field ist eine digitale Anwendung, die den landwirtschaftlichen Pflanzenschutz unterstützt. Sie kombiniert Wetterdaten mit Informationen zur Pflanzenentwicklung, zu Bodenbedingungen und zu Krankheitsmodellen. Auf dieser Grundlage werden regionale Krankheitsrisiken für verschiedene Kulturen und Krankheiten prognostiziert und geeignete Zeitpunkte für Pflanzenschutzmaßnahmen dargestellt.

Die Anwendung ist österreichweit verfügbar und nutzt virtuelle Prognosestationen (Grid Points). Für Österreich werden Wetterdaten des ICON-D2-Modells mit einer räumlichen Auflösung von etwa 2,2 km² verwendet. Neben der Darstellung des Krankheitsrisikos bietet KX Field einen Spritzplaner. Mit diesem kann die zu erwartende Wirksamkeit eines ausgewählten Pflanzenschutzmittels unter den prognostizierten Wetterbedingungen beurteilt werden. Berücksichtigt werden unter anderem Temperatur, Niederschlag, Luft- und Bodenfeuchtigkeit sowie Blattnässe. Diese Daten werden mit dem Entwicklungsstadium der jeweiligen Kultur verknüpft und fließen in die Krankheitsmodelle ein.

Das Krankheitsrisiko für die ausgewählte Kultur und Krankheit wird auf der Karte dargestellt. Dadurch soll frühzeitig erkennbar werden, wann aufgrund der vorherrschenden und prognostizierten Bedingungen ein erhöhtes Infektionsrisiko besteht. Die Anwendung dient dabei als Entscheidungshilfe, ersetzt jedoch nicht die Kontrolle des tatsächlichen Bestandes.

Eine weitere zentrale Funktion ist der Spritzplaner. Nach Auswahl eines Pflanzenschutzmittels bewertet KX Field die prognostizierten Witterungsbedingungen und zeigt an, wie günstig diese für eine Anwendung sind. Zusätzlich wird die erwartete Wirksamkeit des ausgewählten Mittels für die folgenden 48 Stunden dargestellt. Dadurch soll sich der optimale Zeitpunkt für eine Behandlung leichter bestimmen lassen.

1.3 Use Case Umsetzung

Der durchgeführte Use Case konzentrierte sich auf die Krankheitsprognose und die Fungizidanwendung bei Winterweizen. Dabei wurde eine auf den Prognosen von KX Field basierende Fungizidstrategie mit unterschiedlichen, in der Praxis üblichen Behandlungsstrategien verglichen. Das Ziel bestand darin, die Aussagekraft der KX-Field-Prognosen in Bezug auf das Krankheitsauftreten sowie die Auswirkungen der verschiedenen Fungizidstrategien auf den Ertrag zu untersuchen.

Der Versuch wurde auf drei landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt. Je Betrieb wurden fünf Varianten miteinander verglichen: eine unbehandelte Kontrolle, eine nach KX Field gesteuerte Fungizidstrategie sowie Praxisstrategien mit drei, zwei bzw. einer Fungizidanwendung. Bei der KX-Field-Variante wurden die Prognosen regelmäßig ausgewertet und die Landwirte entsprechend über empfohlene Behandlungen informiert.

Der Krankheitsbefall wurde durch Blattbonituren zu mehreren Entwicklungsstadien des Winterweizens erfasst. Zusätzlich wurden die Varianten gedroschen und die jeweiligen Erträge bestimmt. Dadurch war ein Vergleich der verschiedenen Fungizidstrategien hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Krankheitsbefall und den Ertrag möglich.

1.4 Die Standorte

Der Versuch wurde an drei verschiedenen Standorten in Österreich durchgeführt: Bad Wimsbach (Oberösterreich), Ladendorf (Niederösterreich) und Wieselburg (Niederösterreich). Durch die Verteilung auf mehrere Standorte war es möglich, die KX-Field-Prognosen unter verschiedenen regionalen Bedingungen und Witterungsverhältnissen zu untersuchen und mit den jeweiligen Praxisstrategien zu vergleichen.

2.

Methodik

Um die Kosten und den Nutzen der Technologie KX Field bewerten zu können, wurden auf Basis der Ergebnisse des Versuchs an den drei Standorten (Ladendorf, Wieselburg, Bad Wimsbach) ökonomische und ökologische Kennzahlen berechnet.

Als ökonomische Kennzahl dienen die variablen Leistungen (Verkaufserlös abzüglich variabler Pflanzenschutzkosten), die durch Kornertrag und Proteingehalt ergänzt werden. Die variable Leistung ergibt sich aus dem erzielten Kornertrag, multipliziert mit dem Verkaufspreis. Die variablen Pflanzenschutzkosten setzen sich aus den variablen Maschinenkosten der Ausbringung (Zeitaufwand je Applikation × Maschinenkosten pro Stunde) den Kosten der eingesetzten Pflanzenschutzmittel (Aufwandmenge je Produkt) und dem Arbeitsaufwand zusammen, da Kwizda KX Field ausschließlich für Entscheidungen bzw. Prognosen in diesem Kosten-Prozess eingesetzt wurde. Als ökologische Kennzahlen wurden die Anzahl der Fungizid-Applikationen und die eingesetzte Produktmenge herangezogen.

Alle Vergleiche wurden als prozentuale Abweichung von KX Field gegenüber den jeweiligen Vergleichsvarianten berechnet – sowohl für jeden Standort einzeln, um standortspezifische Unterschiede sichtbar zu machen, als auch als Durchschnitt aus den gemittelten Absolutwerten aller drei Standorte, um eine übergreifende Aussage zu ermöglichen. Für die Break-Even-Betrachtung wurde der tägliche Zeitaufwand zur App-Nutzung (10 Minuten) mit einem kalkulatorischen Unternehmerlohn von 21 € pro Stunde bewertet, was Zeitkosten von 210 € pro Saison (bei einer Annahme von 60 Tagen) ergibt.

3.

Ergebnisse

3.1 Gesamtversuch (Ladendorf, Wieselburg & Bad Wimsbach)

Während die Kontrollvarianten (Varianten ohne Technologie, übliche Praxis) ohne Fungizid-Einsatz sowie die ein-, zwei- und dreifache Praxisstrategie mit einer fest vorgegebenen Anzahl an Fungizid-Applikationen angelegt waren, wurde die Anzahl der Spritzungen bei der Variante mit KX Field adaptiv anhand der Prognosedaten gewählt (2 Applikationen in Ladendorf, jeweils 3 in Bad Wimsbach und Wieselburg; siehe Abbildung 1). Für die Einordnung der Ergebnisse ist daher vor allem der Vergleich zur dreifachen Praxisstrategie relevant, da diese als einzige der drei Praxisvarianten einen realistischen Vergleichsmaßstab darstellt. Aus diesem Grund wird auch im online KPI-Tool primär dieser Vergleich in den Kennzahlen abgebildet.

Anzahl Fungizidapplikationen (Spritzungen) - Absolutwerte & Veränderung mit KX Field

Standort	Kontroll-variante	KX Field	3-fach Praxis	2-fach Praxis	1-fach Praxis
Ladendorf	0	2	3 ▼ -33,3%	2 = +0,0%	1 ▲ +100,0%
Bad Wimsbach	0	3	3 = +0,0%	2 ▲ +50,0%	1 ▲ +200,0%
Wieselburg	0	3	3 = +0,0%	2 ▲ +50,0%	1 ▲ +200,0%
Durchschnitt	0	2.67	3 ▼ -11,1%	2 ▲ +33,3%	1 ▲ +166,7%

Obere Zeile je Zelle: Anzahl Spritzungen. Untere Zeile: Veränderung gegenüber KX Field (grün = weniger Spritzungen, rot = mehr Spritzungen).

Abbildung 1: Fungizidapplikationen (Spritzungen) – Absolutwerte & Veränderung mit KX Field je Standort und Durchschnitt

Im Gesamtvergleich der drei Standorte zeigt sich ein uneinheitliches Bild: Während die Fungizid-Strategie basierend auf den Daten der Kwizda App am Standort Ladendorf die höchsten variablen Leistungen aller fünf Varianten erzielte, war KX Field an den Standorten Wieselburg und Bad Wimsbach durchgehend die wirtschaftlich schwächste Variante, denn dort erzielten sowohl die Kontrollvariante als auch alle Praxisstrategie-Varianten einen höheren Betrag an variablen Leistungen.

Variable Leistungen abzgl. variabler Pflanzenschutzkosten (€/ha) - Absolutwerte & Veränderung mit KX Field

Standort	Kontroll-variante	KX Field	3-fach Praxis	2-fach Praxis	1-fach Praxis
Ladendorf	1,223.95 € ▲ +4,6%	1,279.72 €	1,148.11 € ▲ +11,5%	1,151.93 € ▲ +11,1%	1,206.10 € ▲ +6,1%
Bad Wimsbach	1,784.71 € ▼ -0,1%	1,783.75 €	1,830.51 € ▼ -2,5%	1,881.70 € ▼ -5,2%	1,810.62 € ▼ -1,5%
Wieselburg	2,121.99 € ▼ -2,8%	2,062.03 €	2,096.29 € ▼ -1,6%	2,208.46 € ▼ -6,6%	2,191.59 € ▼ -5,9%
Durchschnitt	1,710.22 € ▼ -0,1%	1,708.50 €	1,691.64 € ▲ +1,0%	1,747.36 € ▼ -2,2%	1,736.10 € ▼ -1,6%

Obere Zeile je Zelle: Absolutwert. Untere Zeile: Veränderung gegenüber KX Field (grün = Vorteil, rot = Nachteil für KX Field).

Abbildung 2: Variable Leistungen – Absolutwerte & Veränderung mit KX Field je Standort und Durchschnitt

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass der ökonomische Nutzen der Technologie stark standort- und jahresabhängig ist. Am Standort Ladendorf profitierte Der Einsatz nach KX Field Prognose sowohl von einem höheren Kornertrag als auch von einem höheren erzielten Verkaufserlös pro Tonne im Vergleich zur Kontrollvariante. An den anderen Standorten konnte dieser Vorteil nicht in gleicher Weise realisiert werden.

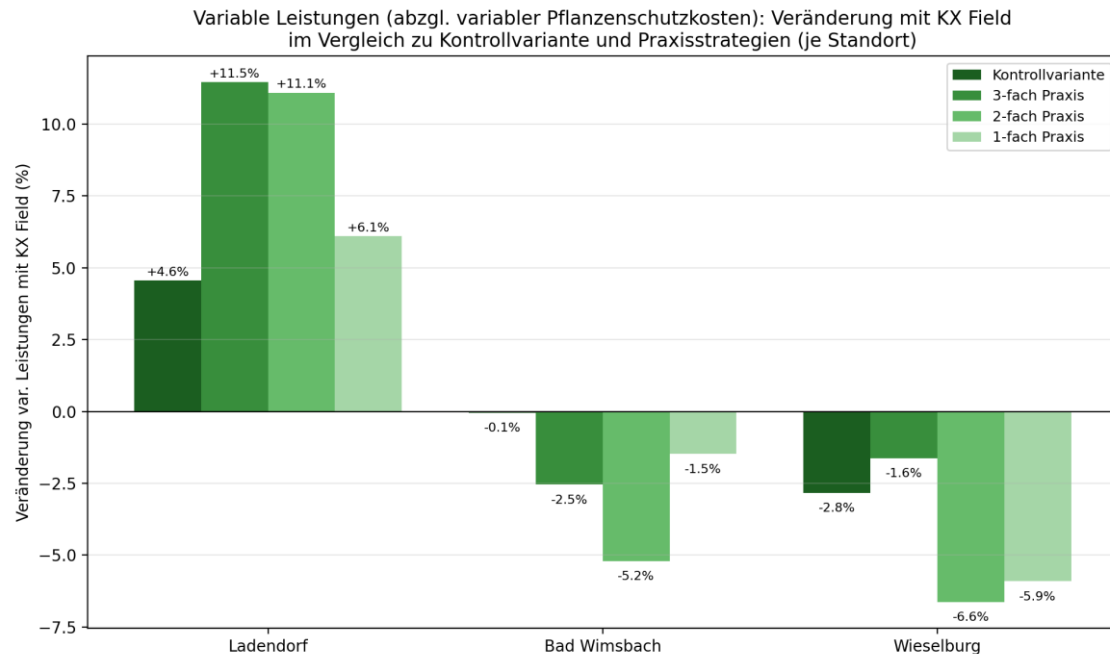


Abbildung 3: Variable Leistungen – Veränderung mit KX Field je Standort

Info: Jede Säule in Abbildung 3 zeigt die prozentuale Veränderung der variablen Leistungen von KX Field gegenüber der jeweiligen Vergleichsvariante am selben Standort. Beispiel Ladendorf, Säule "Kontrollvariante" (+4,6 %): Die variablen Leistungen der Strategie mit KX Field lagen dort um 4,6 % höher als die der Kontrollvariante ohne Fungizid Applikation (1.279,72 € statt 1.223,95 € pro ha).

Auch bei Ertrag und Proteingehalt zeigt sich standortabhängig ein uneinheitliches Bild. Beim Kornertrag lag Die Strategie nach KX Field an allen drei Standorten über der unbehandelten Kontrollvariante, gegenüber den intensiveren Praxisstrategien (zwei bzw. drei Spritzungen) jedoch nur in Ladendorf durchgehend vorne, in Bad Wimsbach und Wieselburg fiel der Ertrag hier leicht geringer aus (siehe Abbildung 4 und 5).

Kornertrag (t/ha) - Absolutwerte & Veränderung mit KX Field

Standort	Kontroll-variante	KX Field	3-fach Praxis	2-fach Praxis	1-fach Praxis
Ladendorf	6.58 t/ha ▲ +5,9%	6.97 t/ha	6.75 t/ha ▲ +3,3%	6.45 t/ha ▲ +8,1%	6.34 t/ha ▲ +9,9%
Bad Wimsbach	8.75 t/ha ▲ +12,6%	9.85 t/ha	10.13 t/ha ▼ -2,8%	10.07 t/ha ▼ -2,2%	9.25 t/ha ▲ +6,5%
Wieselburg	10.41 t/ha ▲ +6,6%	11.10 t/ha	11.27 t/ha ▼ -1,5%	11.51 t/ha ▼ -3,6%	11.17 t/ha ▼ -0,6%
Durchschnitt	8.58 t/ha ▲ +8,5%	9.31 t/ha	9.38 t/ha ▼ -0,8%	9.34 t/ha ▼ -0,4%	8.92 t/ha ▲ +4,3%

Obere Zeile je Zelle: Absolutwert. Untere Zeile: Veränderung gegenüber KX Field (grün = Vorteil, rot = Nachteil für KX Field).

Abbildung 4: Kornertrag – Absolutwerte & Veränderung mit KX Field je Standort und Durchschnitt

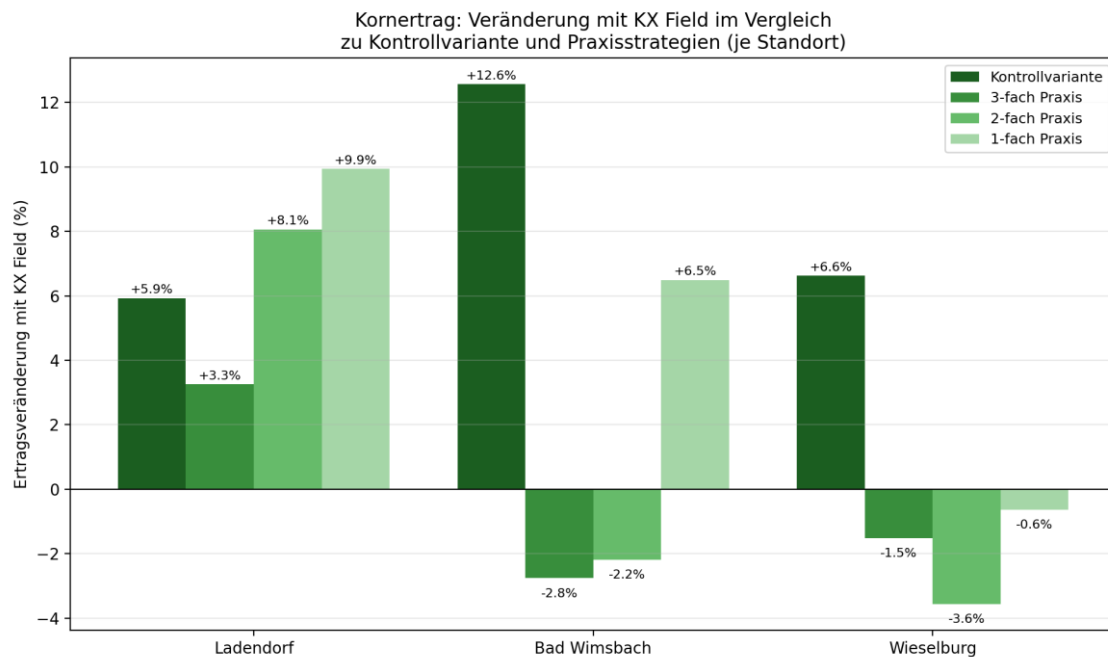


Abbildung 5: Kornertrag – Veränderung mit KX Field je Standort

Der Proteingehalt unterschied sich zwischen den Varianten meist nur geringfügig, wuch in Ladendorf jedoch spürbar nach unten ab (siehe Abbildung 6 und 7). Insgesamt lässt sich damit weder beim Ertrag noch beim Proteingehalt ein durchgängiger Vorteil von KX Field gegenüber den Vergleichsvarianten ableiten.

Proteingehalt (%) - Absolutwerte & Veränderung mit KX Field

Standort	Kontroll-variante	KX Field	3-fach Praxis	2-fach Praxis	1-fach Praxis
Ladendorf	14.83% ▼ -6,1%	13.93%	14.67% ▼ -5,0%	14.36% ▼ -3,0%	13.90% ▲ +0,2%
Bad Wimsbach	12.00% ▲ +8,3%	13.00%	13.00% ■ +0,0%	13.00% ■ +0,0%	12.00% ▲ +8,3%
Wieselburg	13.90% ▼ -1,0%	13.76%	13.75% ▲ +0,1%	13.63% ▲ +0,9%	k.A. k.A.
Durchschnitt	13.58% ▼ -0,1%	13.56%	13.81% ▼ -1,8%	13.66% ▼ -0,7%	12.95% ▲ +4,7%

Obere Zeile je Zelle: Absolutwert. Untere Zeile: Veränderung gegenüber KX Field (grün = Vorteil, rot = Nachteil für KX Field).

Abbildung 6: Proteingehalt – Absolutwerte & Veränderung mit KX Field je Standort und Durchschnitt

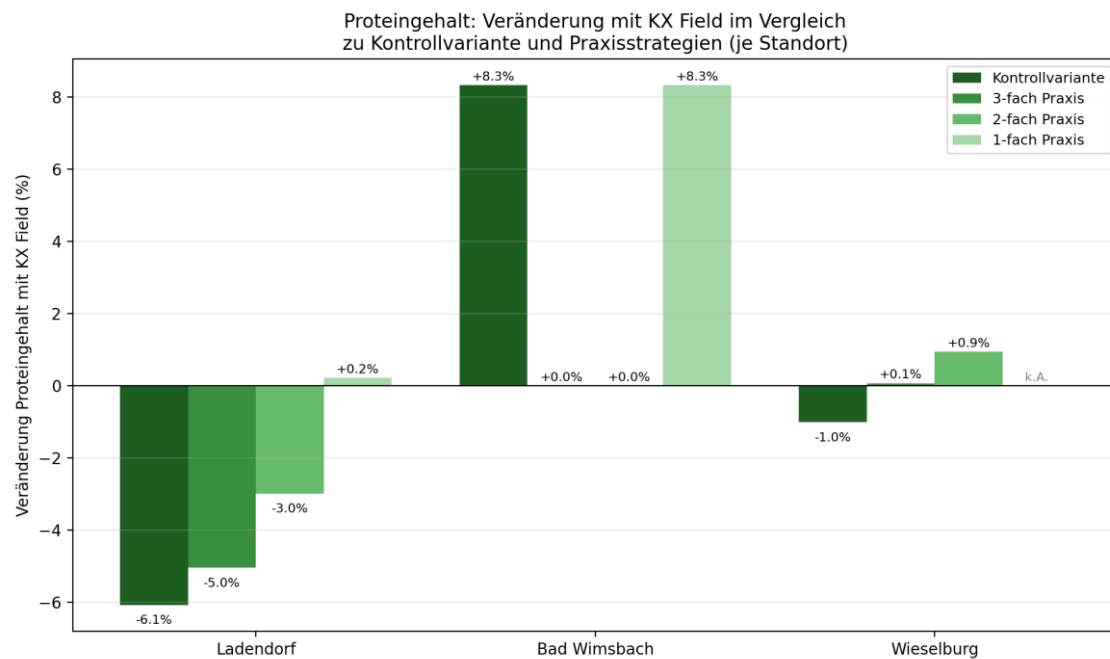


Abbildung 7: Proteingehalt – Veränderung mit KX Field je Standort

3.2 Standort Ladendorf

Am Standort Ladendorf zeigte sich für KX Field das positivste Ergebnis des gesamten Versuchs. Sowohl beim Korntrug als auch bei den variablen Leistungen erzielte die appgestützte Strategie durchgehend die besten Werte aller fünf Varianten (siehe Abbildung 3 und 5). Damit übertraf sie nicht nur die Kontrollvariante, sondern

auch sämtliche Praxisstrategien mit ein, zwei oder drei Fungizid-Behandlungen (siehe Abbildungen 2 und 4). Der Vorsprung bei den variablen Leistungen ergab sich dabei aus zwei Effekten: einem höheren Kornertag und einem höheren erzielten Verkaufserlös pro Tonne. Beim Proteingehalt zeigte sich hingegen ein umgekehrtes Bild: Hier lag KX Field meist unter den Vergleichsvarianten. Lediglich gegenüber der einfachen Praxisstrategie war kein nennenswerter Unterschied erkennbar (siehe Abbildung 7). Der Ertrags- und Erlösvorteil wurde dadurch jedoch nicht geschmälert.

Neben den reinen Ertrags- und Erlösdaten wurde auch der zeitliche Aufwand für die Nutzung der App berücksichtigt. Das tägliche Auslesen und Interpretieren der Prognosedaten (ca. 10 Minuten) wurde aus Erfahrung im Versuch als Richtwert genannt. Für die Pflanzenschutz-Applikationsperiode wurde eine Dauer von 60 Tagen pro Saison angenommen (eigene Schätzung). Auf dieser Basis ergeben sich Zeitkosten von 210 € pro Saison. Setzt man diese Kosten in Relation zum wirtschaftlichen Vorteil gegenüber der dreifachen Praxisstrategie, amortisiert sich der Aufwand bereits ab einer Betriebsgröße von rund 1,6 ha (siehe Abbildung 8). In der Praxis fällt der Zeitaufwand für die App-Nutzung somit wirtschaftlich eher gering aus. Dieser Vorteil bezieht sich jedoch auf den konkreten Standort Ladendorf und lässt sich nicht ohne Weiteres auf andere Standorte oder Jahre übertragen.

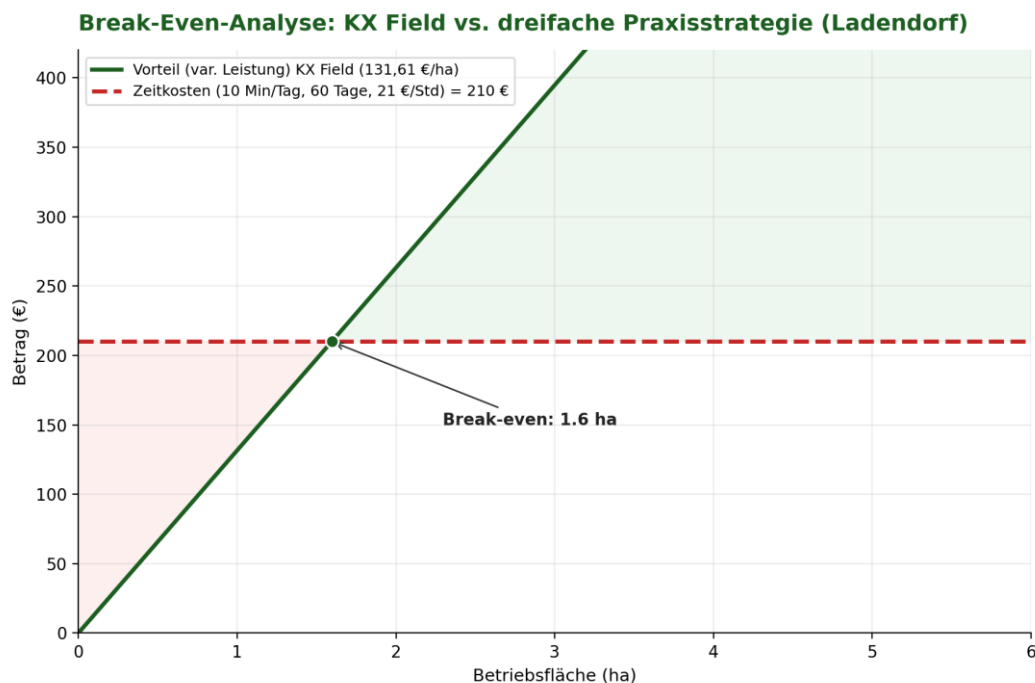


Abbildung 8: Break-Even-Analyse KX Field vs. dreifache Praxisstrategie (Ladendorf)

3.3 Standort Bad Wimsbach

Am Standort Bad Wimsbach zeigt sich ein gemischtes Bild: Bei Kornertag und Proteingehalt lag die Fungizid-Strategie nach KX Field überwiegend vorne oder war mit den anderen Varianten gleichauf (siehe Abbildungen 3 und 4). Bei den variablen Leistungen konnte sich dieser Vorteil jedoch nicht durchsetzen – hier lag die KX-Field-Variante durchgehend am unteren Ende aller fünf Varianten (siehe Abbildung 2). Die Anzahl der Applikationen und die eingesetzte Produktmenge entsprachen dabei genau der dreifachen Praxisstrategie, sodass sich, anders als in Ladendorf, hier kein zusätzlicher Einspareffekt ergab. Die prognosebasierte Strategie konnte sich an diesem Standort somit nicht durchsetzen.

3.4 Standort Wieselburg

Auch am Standort Wieselburg blieb die Fungizid-Strategie nach KX Field bei den variablen Leistungen durchgehend hinter den Vergleichsvarianten zurück. Bei Kornertrag und Proteingehalt zeigten sich hingegen kaum nennenswerte Unterschiede (siehe Abbildung 2 bis 4). Wie in Bad Wimsbach entsprachen die Anzahl der Applikationen und die Produktmenge exakt der dreifachen Praxisstrategie. Ein wirtschaftlicher Vorteil war damit auch hier nicht feststellbar.

4. Durchschnittswerte aller Standorte

Betrachtet man den Durchschnitt aus allen drei Standorten, relativiert sich der positive Einzelbefund aus Ladendorf: Bei Kornertrag und Proteingehalt zeigen sich im Mittel nur geringe Unterschiede zwischen KX Field und den Vergleichsvarianten, mit leichten Vorteilen gegenüber der Kontrollvariante und der einfachen Praxisstrategie (siehe Abbildung 9). Bei den variablen Leistungen liegt KX Field im Durchschnitt nahezu gleichauf mit der Kontrollvariante und der dreifachen Praxisstrategie, schneidet gegenüber der zweifachen und einfachen Praxisstrategie jedoch etwas schwächer ab. Der Durchschnitt verdeckt dabei eine große Streuung zwischen den einzelnen Betrieben: Dem deutlichen Vorteil in Ladendorf stehen spürbare Nachteile in Bad Wimsbach und Wieselburg gegenüber, sodass sich diese Effekte im Mittel weitgehend ausgleichen. Für den Proteingehalt-Vergleich zur einfachen Praxisstrategie liegen zudem nur Daten aus zwei Standorten vor, da für Wieselburg kein Wert erhoben wurde.

Durchschnitt aller Standorte - Absolutwerte & Veränderung mit KX Field

Indikator	Kontroll- variante	KX Field	3-fach Praxis	2-fach Praxis	1-fach Praxis
Kornertrag (t/ha)	8.58 t/ha ▲ +8,5%	9.31 t/ha	9.38 t/ha ▼ -0,8%	9.34 t/ha ▼ -0,4%	8.92 t/ha ▲ +4,3%
Proteingehalt (%)	13.58% ▼ -0,1%	13.56%	13.81% ▼ -1,8%	13.66% ▼ -0,7%	12.95% ▲ +4,7%
Variable Leistungen (€/ha)	1.710.22 € ▼ -0,1%	1.708.50 €	1.691.64 € ▲ +1,0%	1.747.36 € ▼ -2,2%	1.736.10 € ▼ -1,6%
Fungizid- Produktmenge (l/ha)	0.00 l/ha	2.61 l/ha	3.11 l/ha ▼ -16,1%	2.36 l/ha ▲ +10,6%	1.27 l/ha ▲ +105,8%

Obere Zeile je Zelle: Absolutwert (Durchschnitt aller drei Standorte). Untere Zeile: Veränderung gegenüber KX Field (grün = Vorteil, rot = Nachteil für KX Field).

Abbildung 9: Durchschnitt aller Standorte – Absolutwerte und Veränderung mit KX Field

Bei Anzahl der Applikationen (siehe Abbildung 1) und Fungizid-Produktmenge (siehe Abbildung 9) zeigt der Durchschnitt gegenüber der dreifachen Praxisstrategie – dem einzig sinnvollen Vergleichsmaßstab, da die einfache und zweifache Praxisstrategie als fixe Versuchsvarianten angelegt waren, während KX Field die Anzahl der Spritzungen adaptiv anhand der Prognose wählte – eine Reduktion: 2,67 statt drei Applikationen (-11,1 %) und 2,61 l/ha statt 3,11 l/ha Fungizid-Produktmenge (-16,1 %).

Im Durchschnitt ist KX Field damit wirtschaftlich weder klar über- noch unterlegen gegenüber der Kontrolle und der dreifachen Praxisstrategie, schneidet aber gegenüber der zweifachen und teils der einfachen Praxisstrategie schwächer ab. Der reduzierte Wirkstoffeinsatz bleibt im Durchschnitt jedoch bestehen.

5. Fazit

Die Strategie basierend auf den Daten der Kwizda App zeigte am Standort Ladendorf einen klaren ökonomischen Vorteil gegenüber allen Vergleichsvarianten, resultierend aus einem höheren Kornertrag und einem höheren erzielten Verkaufserlös pro Tonne bei gleichzeitig reduzierter Anzahl an Applikationen und geringerem Wirkstoffeinsatz. An den anderen beiden Standorten war die Technologie dagegen durchgehend wirtschaftlich nicht vorteilhaft: Sowohl Kontrollvariante als auch alle drei Praxisstrategien erzielten dort höhere variable Leistungen, und es zeigte sich keine Reduktion bei Applikationen oder Produktmenge.

Beim Kornertrag zeigte sich ein differenzierteres Bild: An allen drei Standorten führte Behandlung, auch nach Prognose durch KX Field, zu höheren Erträgen als die unbehandelte Kontrolle. Der wirtschaftliche Erfolg hing davon ab, ob dieser Mehrertrag (und der erzielte Verkaufserlös) die zusätzlichen Pflanzenschutzkosten überstieg; das war nur am Standort Ladendorf der Fall, an den anderen beiden Standorten dagegen nicht.

Die Ergebnisse fallen über die drei Standorte hinweg damit uneinheitlich aus: Einem klaren wirtschaftlichen Vorteil an einem Standort stehen zwei Standorte ohne wirtschaftlichen Nutzen gegenüber. Ob und in welchem Ausmaß sich ein Vorteil einstellt, hängt stark vom Verhältnis zwischen erzieltm Mehrertrag, erzieltm Verkaufserlös und zusätzlichen Prozesskosten ab, welches wiederum von Wetter, Krankheitsdruck, Standortbedingungen und Entscheidungslogik beeinflusst wird. Auf Basis der vorliegenden drei Standorte lässt sich kein genereller wirtschaftlicher Vorteil der Technologie ableiten; eine belastbarere Einschätzung würde eine breitere Datenbasis über mehrere Standorte und Jahre erfordern.

Unabhängig vom wirtschaftlichen Ergebnis könnte die App dennoch einen unterstützenden Beitrag zur Entscheidungsfindung leisten, etwa für Landwirt:innen mit weniger Fachwissen im Pflanzenschutz. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen jedoch, dass dieser Nutzen nicht automatisch mit einem wirtschaftlichen Vorteil einhergeht.