

Pflanzen

Anbausystemversuch Burgrain: Effekte beim Winterweizen

Heinz Krebs¹, Silvia Zanetti¹, Eveline Jenny¹, Urs Zihlmann¹, Hans-Rudolf Forrer¹, Ruedi Tschachtli² und Andreas Nussbaumer³

¹Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich

²Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, CH-6170 Schüpfheim

³Landwirtschaftsbetrieb Burgrain, CH-6248 Alberswil

Auskünfte: Heinz Krebs, E-Mail: heinz.krebs@art.admin.ch, Tel. +41 44 37 77 234

Zusammenfassung

In einem Langzeitversuch auf dem Landwirtschaftsbetrieb Burgrain in Alberswil (LU) wurden der Ertrag, die Qualität und Gesundheit des Erntegutes von Winterweizen der drei Anbausysteme «Biologisch», «IP-Extensiv» und «IP-Intensiv» verglichen.

Beim Anbausystem «Biologisch» wurde gepflügt, mit Hofdünger gedüngt und das Unkraut mit dem Hackstriegel reguliert. Bei «IP-Extensiv» wurde der Weizen pfluglos angebaut, die Gülledüngung mit Ammonsalpeter ergänzt und das Unkraut mit Herbiziden bekämpft. Bei «IP-Intensiv» wurde gepflügt; die um 33 Prozent höhere Stickstoffdüngung als bei «IP-Extensiv» erfolgte überwiegend mineralisch; es wurden Wachstumsregulatoren eingesetzt; das Unkraut, die Krankheiten und Schädlinge wurden mit chemischen Pflanzenschutzmitteln kontrolliert.

Beim Körnerbefall des Weizens mit dem Krankheitserreger *Microdochium nivale*, bei der Fallzahl und dem Hektolitergewicht gab es keine gesicherten Unterschiede zwischen den Anbausystemen. Beim pfluglosen «IP-Extensiv» jedoch waren der Befall mit *Fusarium graminearum* und der Deoxynivalenol-Gehalt der Weizenkörner rund dreimal so hoch wie bei den Varianten «Biologisch» und «IP-Intensiv». Bei «Biologisch» wurde ein annähernd vergleichbarer Ertrag erzielt wie bei «IP-Extensiv», der aber gesichert tiefer lag als bei «IP-Intensiv». Trotz des tieferen Körnerertrags war «Biologisch» dank höherer Produzentenpreise und Flächenbeiträge wirtschaftlicher als die beiden IP-Anbauverfahren.

Auf dem Landwirtschaftsbetrieb Burgrain führte die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART zusammen mit dem Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN von 1991 bis 2008 einen Langzeitversuch mit drei verschiedenen Anbausystemen durch.

Der Betrieb Burgrain liegt in der Nähe von Willisau (LU) in der Zentralschweiz auf 530 Meter über Meer und weist mittlere Jahresniederschläge von 1100 Millimeter auf. Das Kulturland auf den mittelschweren tiefgründigen Moräne- und Schwemmlandböden umfasst 40 Hektaren, wovon 50 Prozent ackerbaulich



Abb. 1. Anbausystemversuch Burgrain: Vergleich von integrierter und biologischer Bewirtschaftung. (Foto: Urs Zihlmann, Agroscope ART)

(einschliesslich Kunstwiesen) genutzt werden. Die mehrheitlich kalkhaltigen Böden haben in der Bearbeitungsschicht durchschnittlich vier Prozent Humus und 22 Prozent Ton und ihr Untergrund ist leicht vom Grundwasser beeinflusst. Sie besitzen ein grosses natürliches Stickstoff-Nachlieferungsvermögen.

Das Ziel des Systemvergleichs bestand unter anderem darin, die Auswirkungen der unterschiedlichen Anbausysteme auf die Gesundheit, Qualität und Ertrag bei Winterweizen zu untersuchen. In diesem Artikel werden Ergebnisse über den Einfluss der Anbausysteme auf den Krankheitsbefall der Körner, die Keimfähigkeit, den Toxingehalt, das Hektolitergewicht, die Fallzahl, den Proteingehalt und den Ertrag beim Winterweizen der Jahre 2004 bis 2008 dargestellt.

Anbausysteme im Vergleich

Im Rahmen einer sechsjährigen Fruchtfolge wurden die Anbausysteme auf sechs dreigeteilten Parzellen mit einer Streifengrösse von 60 bis 70 Aren miteinander verglichen. Die Streifenversuchsanlage hatte den Vorteil, dass die Parzellen mit praxiskonformen Maschinen bewirtschaftet werden konnten. Innerhalb dieser Streifen wurden für die Erhebungen Stichproben genommen. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse über die fünf Jahre hinweg ist mit Einschränkungen verbunden, so dass drei verschiedene Sorten angebaut wurden: Top-Sorte Runal (2004, 2005) 1.Klasse-Sorte Ludwig (2006) und Top-Sorte Siala (2007, 2008). Abgesehen von der etwas schlechteren Braunrostresistenz bei der Sorte Runal weisen – gemäss Sortenbeschreibung – alle drei Sorten mittlere bis gute Resistenzeigenschaften bei Blatt- und Ährenkrankheiten auf.

Drei Anbausysteme:

- Biologisch:** Biologischer Anbau gemäss Bio-Verordnung
1,7 DGVE/ha, nur betriebseigene Düngemittel
kein chemisch-synthetischer Hilfsstoff-Einsatz
- IP-Extensiv:** Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN), zusätzlich
Anbau gemäss Extenso- und IP-Suisse-Vorschriften
(Labelproduktion)
Reduzierte Bodenbearbeitung (kein Pflugeinsatz)
2,3 DGVE/ha
N-Mineraldüngereinsatz 25 Prozent tiefer als in
«IP-Intensiv»
Pflanzenschutzmittel: keine Wachstumsregulatoren,
Fungizide und Insektizide
- IP-Intensiv:** Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN)
2,3 DGVE/ha
Düngung mit Mineraldüngern (in der Regel ohne Einsatz
betriebseigener Düngemittel)
Pflanzenschutzmittel-Einsatz: Fungizide / Wachstums-
regulatoren nach Spritzplan, Insektizide nach Bekämp-
fungsschwelle
- Fruchtfolge:** Mais – Winterweizen – Raps – Wintergerste –
Kunstwiese – Kunstwiese

Niederschläge in den Monaten Juni und Juli

Der Standort Burgrain wird geprägt durch häufige Niederschläge und zeitweise hohen Regenmengen in den Sommermonaten. Vor allem die beiden Jahre 2006 und 2007 unterscheiden sich sowohl in der Regenhäufigkeit wie auch in der -menge deutlich

(Abb. 2). Der Krankheitsbefall und die Weizenqualität werden stark durch Niederschläge in den dafür kritischen Monaten Juni und Juli beeinflusst.

Microdochium-Befall und Keimfähigkeit

Pro Anbausystem wurden Hundert mit einer Chloraminlösung

Abb. 2. Anzahl Niederschlagstage (grau) und Regenmenge (braun) am Standort Burgrain in den Monaten Juni und Juli der Jahre 2004 bis 2008.

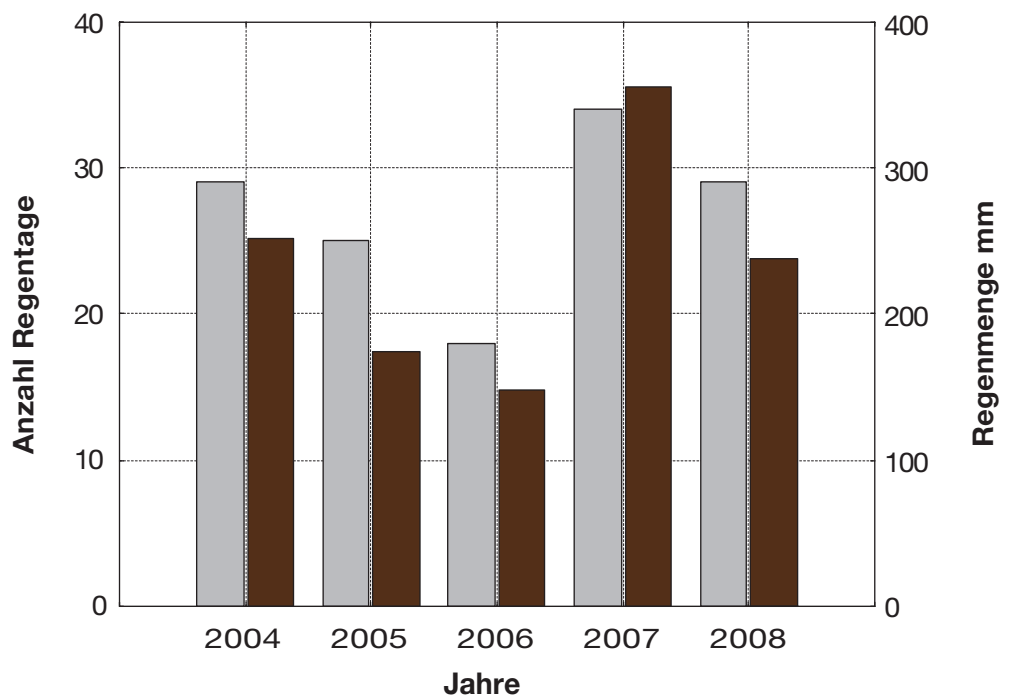


Abb. 3. Rückstände der Vorkultur Mais auf der Bodenoberfläche im Weizen begünstigt *Fusarium-graminearum*-Befall und kann zu erhöhten Toxin(DON)-Werten in den Weizenkörnern führen. (Foto: A. Hecker, Agroscope ART)



oberflächensterilisierte Weizenkörner auf Malz-Agar in Petrischalen ausgelegt und bei 19 °C mit zwölf Stunden UV-Licht pro Tag inkubiert. Nach sieben Tagen wurde die Anzahl der mit Fusarien und *Microdochium nivale* befallenen Körner gezählt (Neergard 1977). Der *M.-nivale*-Befall war in den Jahren 2005 und 2008 sehr hoch und im Jahr 2006 mit weniger Niederschlägen in den Sommermonaten ausgesprochen

tief (Tab. 1). Über alle fünf Jahre gerechnet gab es keine System- jedoch signifikante Jahresunterschiede.

Der Betrieb Burgrain produziert Weizensaatgut. Deshalb kommt der Keimfähigkeit des Ernteguts grosse Bedeutung zu. Die Ernteprobe der Anbauvarianten wurden im Saatgutprüflabor auf die Keimfähigkeit untersucht (ISTA 2009). Im Jahr

2006 mit den geringsten Niederschlägen in den Sommermonaten und dem tiefsten *M.-nivale*-Körnerbefall waren die Keimfähigkeitswerte am höchsten (Tab. 1). Mit Ausnahme des Jahres 2006 lagen sie aber unterhalb der Anerkennungsnorm von 85 Prozent für die Zertifizierung als Saatgut. Im Mittel der Jahre lag die Keimfähigkeit bei «Biologisch» signifikant höher als bei den IP-Anbausystemen.

***Fusarium-graminearum*-Befall und Toxinbelastung**

Der Winterweizen wurde jeweils nach Silomais angebaut. Da sich die drei Anbausysteme hinsichtlich Bodenbearbeitung und Pflanzenschutzmassnahmen erheblich unterscheiden, wurden Systemunterschiede beim Fusarien-Befall und bei der Toxinbelastung erwartet. Der Fusarien-Befall wurde ebenfalls mit dem Malz-Agar-Test gemäss Neergard (1977) ermittelt. Ab dem Jahr 2006 wurde zusätzlich mittels Elisa-Test (Ridascreen®) das bei unseren klimatischen Bedingungen im Weizen wichtigste Mykotoxin Deoxynivalenol (DON) gemessen.

Tab. 1. Körnerbefall mit *Microdochium nivale*, *Fusarium graminearum* und Deoxynivalenol (DON) sowie Keimfähigkeit des Weizens über die Jahre und Anbausysteme am Standort Burgrain

Jahr	Körnerbefall <i>M. nivale</i>		Körner Keimfähigkeit		Körnerbefall <i>F. graminearum</i>		Körner Deoxynivalenol	
	%	P = 5 %	%	P = 5 %	%	P = 5 %	ppm	P = 5 %
2004	13,0	BC	82,4	B	5,7	BC	-	-
2005	40,7	A	75,7	C	2,8	C	-	-
2006	3,3	C	90,1	A	9,3	AB	0,18	B
2007	19,6	B	72,9	C	11,9	A	1,08	A
2008	47,5	A	76,7	C	11,1	A	0,47	B
F-Wert	33,33**		17,78 **		7,42 **		18,20**	
F(0,05)	3,63		2,58		3,63		4,35	
Anbau- system	%	P = 5 %	%	P = 5 %	%	P = 5 %	ppm	P = 5 %
IP-Intensiv	36,9	A	78,5	B	6,1	B	0,44	B
IP-Extensiv	29,7	A	76,8	B	16,2	A	1,53	A
Biologisch	29,4	A	84,5	A	3,0	B	0,14	B
F-Wert	1,33 ns		10,82 **		29,16 **		30,49**	
F(0,05)	4,25		3,20		4,25		4,25	

Duncan-Test: Werte mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant.

Tab. 2. Qualitätsparameter Fallzahl, Hektolitergewicht, Proteingehalt und Körnerertrag des Weizens über die Jahre und Anbausysteme am Standort Burgrain

Jahr	Körner Fallzahl		Körner Hektolitergewicht		Körner Proteingehalt		Körner Ertrag	
	Sek.	P = 5 %	kg	P = 5 %	%	P = 5 %	kg/a	P = 5 %
2004	392,7	A	82,1	AB	13,4	B	69,7	A
2005	359,7	B	76,3	C	16,6	A	53,1	B
2006	336,7	B	84,1	A	13,3	B	59,2	B
2007	159,7	D	83,3	A	13,8	B	72,1	A
2008	275,7	C	80,2	B	13,6	B	62,7	AB
F-Wert	92,33**		25,64 **		9,23 **		7,37**	
F(0,05)	3,84		3,84		2,58		3,84	
Anbau-system	Sek.	P = 5 %	kg	P = 5 %	%	P = 5 %	kg/a	P = 5 %
IP-Intensiv	292,8	A	81,3	A	14,9	A	70,9	A
IP-Extensiv	304,8	A	81,0	A	14,3	A	60,8	B
Biologisch	317,0	A	81,4	A	13,4	B	58,3	B
F-Wert	2,68 ns		0,18 ns		6,39 **		9,17**	
F(0,05)	4,45		4,45		3,20		4,45	

Duncan-Test: Werte mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant.

Der Fusarien-Befall war in den Jahren 2007 und 2008 mit häufigen Niederschlägen während der Weizenblüte am höchsten (Tab. 1). Die tieferen Befallswerte in den Jahren 2004 und 2005 – trotz den mit dem Jahr 2008 vergleichbaren Niederschlagsdaten – sind auf die unterschiedlichen Resistenzeigenschaften der Sorten zurückzuführen. Auch im vergleichsweise sommertrockenen Jahr 2006 war der Fusarien-Befall leicht erhöht, die DON-Werte blieben jedoch tief.

Werden den DON-Werten die Niederschlagsmenge der kritischen Sommermonate Juni und Juli gegenüber gestellt, dann wird der Witterungseinfluss auf die Toxinbildung bei «IP-Intensiv» erkennbar (Abb. 4). In den niederschlagsreichen Jahren war beim pfluglosen Extensivanbau – mit den Maisrückständen auf der Bodenoberfläche – nicht nur der Fusarien-Befall sondern auch die Toxinbelastung am höchsten. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass mit dem Unterpflügen der Maisrückstände das Infekti-

onsrisiko wirksam reduziert werden kann (Krebs *et al.* 2000).

Fallzahl, Hektolitergewicht und Proteingehalt

Die Fallzahl charakterisiert die Aktivität der Stärke abbauender Enzyme (Amylasen) im Weizenkorn und gilt als Indikator für die Backqualität. Bei Auswuchstreide ist die Fallzahl niedrig, was eine verminderte Backqualität zur Folge hat. Im niederschlagsreichen Sommer 2007 mit den schwierigen Erntebedingungen war die Fallzahl bei allen Anbauvarianten ausgesprochen tief (Tab 2). Über alle Untersuchungsjahre gerechnet gab es keine Systemunterschiede.

Beim Hektolitergewicht und beim Proteingehalt – beides wichtige Qualitätskriterien – gab es teilweise gesicherte Jahresunterschiede. Im Mittel der fünf Jahre wurde bei «Biologisch» ein leicht tieferer Proteingehalt gemessen als bei den IP-Anbauverfahren.

Körnerertrag und Deckungsbeitrag

Beim Körnerertrag gab es Jahres- und Systemunterschiede (Tab. 2). Der im Vergleich zu «Biologisch» nicht gesichert höhere Körnerertrag bei «IP-Extensiv» war auf die häufiger auftretende Lagerfrucht bei «IP-Extensiv» zurückzuführen. Bei «IP-Inten-

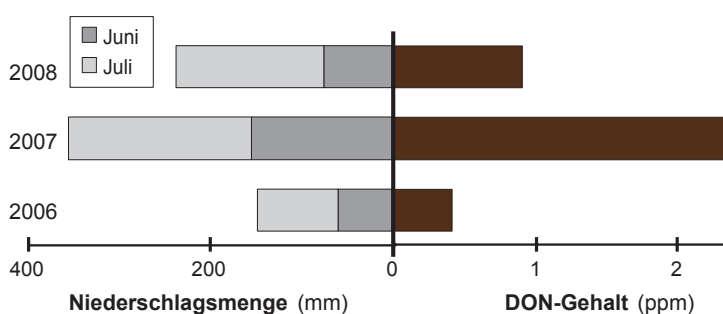


Abb. 4. Einfluss der Niederschlagsmenge der Monate Juni und Juli auf den Deoxynivalenolgehalt (DON) des Weizens bei «IP-Extensiv» ohne wendende Bodenbearbeitung nach Silomais im Systemversuch Burgrain.

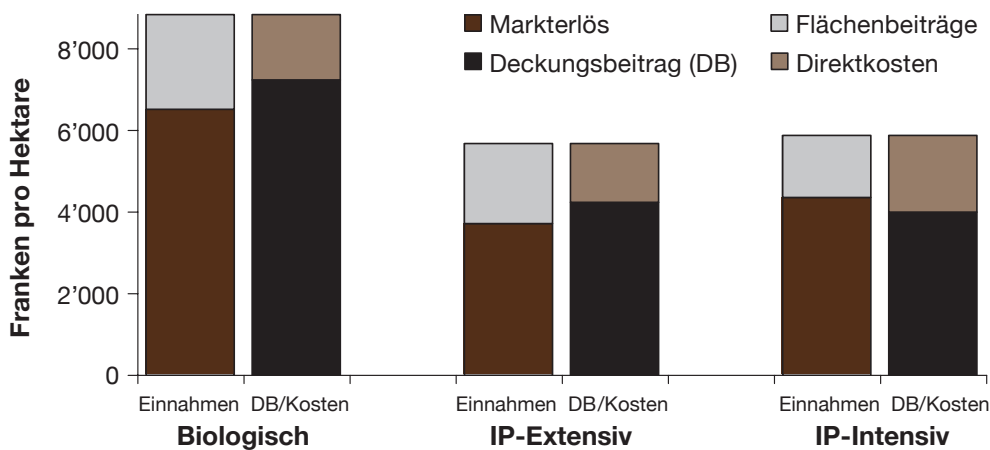


Abb. 5. Einnahmen (Markterlös + Flächenbeiträge), Kosten (Direktkosten + zuteilbare Maschinenkosten) und Deckungsbeitrag (Einnahmen – Kosten) bei Weizen pro Hektare bei den drei Anbausystemen Biologisch, IP-Extensiv und IP-Intensiv basierend auf den Erträgen 2004 bis 2008 am Standort Burgrain.

siv», mit der im Vergleich zu «IP-Extensiv» um 33 Prozent höheren Stickstoffdüngung, konnte dank Einsatz von Wachstumsregulatoren Lagerfrucht vermieden und mit Fungizidbehandlungen das Blattwerk länger gesund erhalten werden. Im Mittel der Jahre resultierte bei «IP-Intensiv» ein um 16,6 Prozent höherer Körnerertrag als bei «IP-Extensiv».

Werden die Körnererträge der drei Anbausysteme mit den Produzentenpreisen aufgerechnet, dann wird bei «Biologisch» der höchste Deckungsbeitrag erzielt (Abb. 5).

Vergleich der drei Anbausysteme

Der Standort Burgrain bei Willisau ist klimatisch geprägt durch häufige Sommerniederschläge. Das macht sich beim Winterweizen im Vergleich zu einem Trockenstandort (z. B. DOK-Versuch Therwil) durch einen erhöhten Körnerbefall mit dem Krankheitserreger *M. nivale* bemerkbar. Die feuchte Sommerwitterung, insbesondere während der Weizenblüte, begünstigt zudem beim pfluglosen Weizen-Anbau nach Mais den *F. graminearum*-Befall, was teilweise zu einer erhöhten DON-Belastung der Weizenkörner führen kann. Bemerkenswert ist, dass im Vergleich zu IP-Intensiv das biologische Anbausystem keinen höheren Körnerbefall mit diesen

beiden Krankheitserregern aufwies. Dies könnte auf den weniger dichten Pflanzenbestand bei «Biologisch» zurückzuführen sein, so dass das Blattwerk nach Regen rascher als bei den beiden IP-Anbauverfahren abtrocknete. Die Keimfähigkeitswerte lagen bei «Biologisch» gesichert höher als bei den beiden IP-Anbauvarianten.

Im Jahr 2007 wurde bei «IP-Intensiv» nur eine Blattbehandlung mit dem Fungizid Pronto Plus und keine Ährenbehandlung gegen Ährenfusariosen durchgeführt. Das könnte erklären, weshalb die DON-Werte bei «IP-Intensiv» nicht tiefer lagen als beim Bio-Anbausystem.

Bei den Qualitätskriterien Fallzahl und Hektolitergewicht waren die ermittelten Werte bei «Biologisch» vergleichbar mit jenen der beiden IP-Anbausysteme. Beim Proteingehalt lagen die Werte bei den IP-Anbauvarianten gesichert höher als bei «Biologisch», was mit der unterschiedlichen Intensität bei der N-Düngung zusammenhängen dürfte.

Auch der höhere Körnerertrag bei «IP-Intensiv» ist im Wesentlichen das Ergebnis der höheren N-Düngung einhergehend mit der Halmverkürzung, mit Wachstumsregulatoren zur Verbesserung der Standfestigkeit und der

Blattbehandlung mit einem Fungizid, das die Assimilationsleistung der grünen Blattfläche über eine längere Zeitspanne ermöglichte. Bei «IP-Extensiv» litten die Erträge häufiger als bei «Biologisch» oder «IP-Intensiv» unter Lagerfrucht.

Werden die Körnererträge mit den Produzentenpreisen auf- und die Flächenbeiträge für den Extensiv- und Bio-Anbau hinzugerechnet, dann liegt der Deckungsbeitrag beim biologischen Anbausystem am höchsten. Wird bei «IP-Intensiv» der zusätzliche Aufwand für Hilfsstoffe, N-Düngung, Arbeits- und Maschinenkosten berechnet und die entgangene Extensiv-Prämie mit berücksichtigt, dann müsste bei «IP-Intensiv» im Vergleich zu «IP-Extensiv» ein Mehrertrag von 13,5 dt/ha resultieren. Dies wurde an diesem Standort in zwei der fünf Versuchsjahre erreicht.

Bei diesen auf den Weizenanbau fokussierten Überlegungen und Berechnungen darf jedoch nicht ausgeblendet werden, dass beim biologischen Anbausystem über eine Fruchtfolgeperiode hinweg der Arbeitsaufwand pro Hektare am höchsten ist. Auf dem Betrieb Burgrain mussten beispielsweise für die Blackenbekämpfung in den Bio-Kunstpflanzen pro Jahr und Hektare 42 Arbeitsstunden aufgewendet werden.

Bio-Anbau ist rentabel aber arbeitsintensiv

Die Erhebungen haben gezeigt, dass am niederschlagsreichen Standort Burgrain dank tiefgründiger, nährstoffreicher Böden beim Bio-Anbau konstante, quantitativ und qualitativ nahezu vergleichbare Erträge wie bei «IP-Extensiv» erzielt werden können. Dank den annähernd doppelt so hohen Produzentenpreisen und den höheren Direktzahlungen liegt der Deckungsbeitrag bei «Biologisch» am höchsten. Nicht nur

ökologisch (geringerer Hilfsstoffinsatz) sondern auch wirtschaftlich ist der biologische Weizenanbau am Standort Burgrain im Vergleich zu den beiden IP-Anbaumethoden eine interessante Alternative. Allerdings ist über alle Ackerkulturen gerechnet beim biologischen Anbausystem der Arbeitsaufwand am höchsten.

Dass ein bodenschonender Anbau von Winterweizen nach Mais auch für den Biolandbau kaum zu empfehlen ist, geht aus den Resultaten der pfluglosen IP-Extensiv-Variante hervor. Bei Pflug-

verzicht ist die Gefahr zu gross, dass der DON-Grenzwert von 1,25 mg/kg Körner überschritten wird und der Weizen nicht mehr als Brotgetreide verkauft werden kann.

Literatur

■ ISTA, International Seed Testing Association, 2009, International Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology*. Volume 24, Supplement.

■ Krebs H., Dubois D., Külling C. & Forrer H.-R., 2000. Fusarien- und Toxinbelastung des Weizens bei Direktsaat. *Agrarforschung* 7 (6), 264-268.

■ Neergard P., 1977. *Seed Pathology*, Volume 1. The Gresham Press, Old Woking, Surrey, UK, 839 S.

■ Ridascreen®Fast DON, Enzymimmunoassay zur quantitativen Bestimmung von Deoxynivalnol, R-Biopharm, GmbH, Darmstadt, Germany

■ Winter *et al.* 1997a. Beizung nach Schadschwellen: Ergebnisse mit Sommerweizen. *Agrarforschung* 4 (1). Farbteil.

RÉSUMÉ

Effets sur le blé d'hivers

Un essai de longue durée, mis en place sur l'exploitation agricole de Burgrain à Alberswil (LU), a permis de comparer le rendement, la qualité et l'état sanitaire de la récolte de blé d'automne provenant des trois systèmes culturaux «biologique», «PI-extensif» et «PI-intensif».

Dans le cas du système cultural «biologique», la parcelle a été labourée et fertilisée avec des engrais de ferme. Le traitement des mauvaises herbes a été effectué à l'aide de la herse étrille. Dans le cas du système «PI-extensif», le blé a été semé sans labour, les apports de lisier ont été complétés par du nitrate d'ammoniac et les mauvaises herbes ont été éliminées à l'aide d'herbicides. Dans le cas du système «PI-intensif», la parcelle a été labourée et les apports d'azote, supérieurs de 33 pour cent au «PI-extensif», se présentaient principalement sous forme minérale. Des régulateurs de croissance ont été employés et des produits phytosanitaires chimiques ont servi à assurer le contrôle des mauvaises herbes, des maladies et des ravageurs.

Aucune différence significative entre les systèmes culturaux n'a été mise en évidence pour l'infestation des grains de blé par l'agent pathogène *Microdochium nivale*, le temps de chute et le poids à l'hectolitre. En revanche, l'infestation par le *Fusarium graminearum* et la teneur des grains de blé en Déoxynivalénol étaient environ trois fois plus élevées avec le procédé «PI-extensif» sans labour qu'avec les variantes «biologique» et «PI-intensif». Pour ce qui est du rendement, la variante «biologique» a obtenu un résultat presque comparable à celui de la variante «PI-extensif», qui était pourtant significativement moins élevé que le rendement du système «PI-intensif». En dépit d'un rendement en grains inférieur, le système «biologique» s'est avéré plus rentable que les deux systèmes PI grâce à des prix au producteur et à des contributions à la surface plus élevés.

SUMMARY

Effects in winter wheat

The yield of winter wheat grown using three different farming systems («organic», «extensive IP» and «intensive IP») as well as the quality and health of its grains were compared in a long-term trial on Burgrain Farm in Alberswil (Canton of Lucerne, Switzerland).

In the organic farming system, the land was ploughed, fertilized with farmyard manure, and weeds were controlled with a weeder. In «extensive IP» the wheat was cultivated using no-tillage; slurry fertilization was supplemented by ammonium nitrate and weeds were controlled with herbicides. In «intensive IP» the land was ploughed; 33 percent more nitrogen fertilizer, mainly mineral, was applied; growth regulators were used; weeds, diseases and pests were controlled by chemical plant protection products.

There were no significant differences between the farming systems with regard to wheat grain infestation by the pathogen *Microdochium nivale*, the falling number and the hectolitre weight. In the no-tillage «extensive IP» system, however, infestation with *Fusarium graminearum* and the deoxynivalenol content of the wheat grain were three times that of the «organic» and «intensive IP» variants. The yield of the organic variant was about comparable to that of the «extensive IP» system but significantly lower than that of «intensive IP». Despite the lower grain yield, «organic» was economically more viable than either IP system, thanks to higher producer prices and area contributions.

Key words: cultivation systems, organic farming, integrated production, wheat