

Pflanzen

DOK-Versuch: Erträge und Ertragsstabilität 1978 bis 2005

Lucie Gunst¹, Werner Jossi¹, Urs Zihlmann¹, Paul Mäder² und David Dubois¹

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

²Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-5070 Frick

Auskünfte: Lucie Gunst, E-Mail: lucie.gunst@art.admin.ch, Fax +41 44 377 72 01, Tel. +41 44 377 71 11

Zusammenfassung

Im DOK-Versuch in Therwil (BL) werden seit 28 Jahren auf einem Lössboden die Auswirkungen von biologischem und konventionellem Anbau auf die Erträge von Ackerkulturen und Kunstwiese untersucht. Die Anbausysteme unterschieden sich vor allem hinsichtlich Düngung und Pflanzenschutz. Die Bio-Systeme erreichten einen über alle 28 Jahre und alle Kulturen gemittelten Ertrag von 80 % des Ertrags der konventionellen Anbausysteme. Dies bei einem markant geringeren Einsatz an mineralischem Stickstoff von nur 30 bis 35 %. Die Ertragseinbussen bei den Bio-Systemen der seit Versuchsbeginn angebauten Kulturen waren mit 33 bis 43 % bei den Kartoffeln am höchsten und mit 13 % bei der Kunstwiese am geringsten. Bei Winterweizen betragen sie 14 %. Die Kartoffelerträge des organisch-biologischen Anbausystems waren durchschnittlich 10 % höher als beim biologisch-dynamischen Anbausystem und die Kunswiesenerträge des konventionellen Systems mit Hofdünger waren 10 % höher als jene des mineralisch gedüngten Systems. Die Ertragsstabilität war bei den Bio-Systemen tendenziell geringer. Die stärksten Ertragsschwankungen zeigten die Kartoffeln.

Vergleiche der Erträge mit jenen in Schweizer Praxisbetrieben haben gezeigt, dass die Bio-Weizenerträge im DOK-Versuch ähnlich hoch waren. Hingegen fielen die DOK-Weizenerträge im konventionellen Anbau wegen der Verwendung ertragsschwacher Sorten geringer aus. Bei den Kartoffeln waren die DOK-Erträge sowohl im Bio- als auch im konventionellen Anbau höher als in der Praxis.

Bodeneigenschaften und auf die Krankheits- und Schädlingsituation. Seit 1990 werden auch die Auswirkungen auf das Bodenleben untersucht.

Nachfolgend gehen wir auf die Erträge und die Ertragsstabilität während der vergangenen 28 Jahre von 1978 bis 2005 ein. Dabei beschränken wir uns auf die Resultate der Anbausysteme, welche mit praxisüblicher Düngermenge bewirtschaftet wurden (Kasten) und auf die Kulturen Kartoffeln, Winterweizen und Kunstwiese, welche während der gesamten bisherigen Versuchsdauer angebaut wurden.

Wichtigste Unterschiede der Bewirtschaftung

Für die Bewirtschaftung der Bio-Systeme D und O gelten die Richtlinien von Bio Suisse, bei D zusätzlich weitergehende Grundsätze der Demetervereinigung,

Das Ziel des seit 1978 durchgeführten DOK-Parzellenversuchs in Therwil BL ist der Vergleich zwischen den Auswirkungen eines biologisch-dynamischen (D), eines organisch-biologischen (O)

und zweier konventioneller (K und M) Anbausysteme auf Ertrag und Qualität verschiedener Kulturen, auf die Nutzung von Nährstoffen und Energie, auf chemische und physikalische

Tab. 1. Hauptunterschiede bei der Bewirtschaftung der vier Anbausysteme des DOK-Versuchs

praxisübliche	D2	O2	K2	M2
Düngung:	biologisch-dynamisch	organisch-biologisch	konventionell/IP	mineralisch [°]
Hofdünger:				
- Menge	1,2 Düngergrossvieheinheiten/ha bis 1991, dann 1,4 DGVE/ha			-
- Form	Mistkompost belüftete Gülle	angerotteter Mist belüftete Gülle	Stapelmist Gülle	-
mineralische Dünger:	keine	kleine Mengen Steinmehl, Kalimagnesia	ergänzend bis zur Düngungsnorm*	gemäss Düngungsnorm*
Pflanzenschutz:				
- Unkraut	mechanisch, Handjäten		Herbizide, mechanisch	
- Krankheiten/ Schädlinge	Biomittel, wie Steinmehl, pflanzliche Extrakte und <i>Bazillus thuringiensis</i>		Fungizide und Insektizide nach Schadschwellen	
	Kupfer (bis 1991/ab 2001)			
Besonderheiten:	biodynamische Präparate		Wachstumsregler bei Winterweizen und Staudenabbrennmittel bei Kartoffeln	

*bis 1991 wurde 1,2 mal die Normdüngung gedüngt; °ab 1985, vorher ohne Düngung

wie beispielsweise die Verwendung biodynamischer Präparate. Die konventionellen Systeme K und M werden seit 1985 integriert und seit den neunziger Jahren mit der Einführung des ökologischen Leistungsnachweises ÖLN nach diesen Richtlinien bewirtschaftet.

Im Kasten und in der Tabelle 1 sind der Versuchsstandort und die Anbausysteme beschrieben.

Düngung

Aus Tabelle 1 und Abbildung 1 ist die Düngungsstrategie in den vier Anbausystemen sowohl bezüglich der Düngerform als auch der ausgebrachten Nährstoffmenge ersichtlich. Die Hofdünger wurden von Betrieben der jeweiligen Anbaurichtung geliefert.

In der Versuchsperiode von 1978 bis 2005 betrug der durchschnittliche jährliche Nährstoffeinsatz an Stickstoff total (N_t), Phosphor (P) und Kalium (K) bei den Bio-Systemen 60 bis 65 %, derjenige an mineralischem Stickstoff (N_{min}) nur 30 bis 35 % des Nährstoffeinsatzes beim konventionellen Anbausystem K2. Die Düngung an mineralischem N war bei M2 etwa 20 % höher als bei K2 (Abb. 1).

Der Nährstoffeintrag aus Mist und Gülle unterlag vor allem bei den Bio-Systemen zeitweilig grösseren Schwankungen, was sich zum Teil auf die Erträge gewisser Kulturen auswirkte. So erhielt D2 in der 3. Fruchtfolgeperiode (FFP) deutlich mehr Kalium, weil ein Wechsel zu einem anderen Lieferanten stattfand, dessen Hofdünger kalireich und eher arm an P war. In der 4. FFP erhielt O2 wegen der Umstellung von Anbinde- auf Laufstallhaltung über die Hofdünger deutlich mehr K und N, nachdem Ende der 3. FFP die O-Gülle eher nährstoffarm war. Dies zeigt die schwierige Handhabung

DOK-Versuch

Standort: Therwil BL, 300 m ü.M.
mittlere Jahrestemperatur: 9,5 °C
mittlerer Jahresniederschlag: 792 mm
Boden: schwach pseudovergleyte, tiefgründige Parabraunerde auf Löss

Anbausysteme Bewirtschaftung	D biologisch- dynamisch	O organisch- biologisch	K konventionell/ IP(ÖLN)	M konventionell/ IP(ÖLN), nur mineralisch gedüngt*
praxisübliche Düngung (2)	D2	O2	K2	M2
halbe Düngung (1)	D1	O1	K1	
ohne Düngung (0)	D0			

*seit 1985, vorher ohne Düngung

Die vier Anbausysteme werden mit vier Wiederholungen auf jährlich drei nebeneinander liegende Kulturen angewendet. Die Parzellen des DOK-Versuchs sind als «split split plot» in Form eines lateinischen Quadrates angelegt. Grösse einer Teilparzelle: 5 m x 20 m Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Sortenwahl sind bei allen Anbausystemen gleich.

Fruchtfolgeperioden (FFP) 1978 bis 2005:

1. FFP 1978 - 1984	2. FFP 1985 - 1991	3. FFP 1992 - 1998	4. FFP 1999 - 2005
Kartoffeln*	Kartoffeln*	Kartoffeln	Kartoffeln
Winterweizen 1*	Winterweizen 1*	Winterweizen 1*	Winterweizen 1*
Weisskohl	Randen	Randen	Soja*
Winterweizen 2	Winterweizen 2	Winterweizen 2	Silomais
Wintergerste	Wintergerste	Kunstwiese 1	Winterweizen 2
Kunstwiese 1	Kunstwiese 1	Kunstwiese 2	Kunstwiese 1
Kunstwiese 2	Kunstwiese 2	Kunstwiese 3	Kunstwiese 2

* anschliessend Zwischenfutter oder Gründüngung

der Hofdünger, welche bei den Bio-Systemen nicht (D2) oder nur beschränkt (O2) mit Mineraldüngergaben ergänzt werden können, um ausgeglichene Nährstoffsituationen zu schaffen.

Pflanzenschutz

Bei den biologischen Anbausystemen kamen nur wenige Pestizide wie Parexan (Bio-Insektizid), Kupfer und Bt-Präparate (*Bacillus thuringiensis*) gegen Krautfäule und Kartoffelkäfer zur Anwendung. In den kon-

ventionellen Anbausystemen wurden Fungizide, Herbizide, Wachstumsregulatoren und Insektizide je nach Schadschwellen eingesetzt. Unkräuter wurden in den konventionellen Systemen mit Herbiziden und mechanisch reguliert. Im Durchschnitt der 28 Jahre wurden die Bio-Kartoffeln zwei bis vier Mal behandelt, während im konventionellen Anbau neun Behandlungen pro Jahr erfolgten. Im Bio-Weizenanbau war keine Behandlung nötig im Vergleich zu drei Pesti-

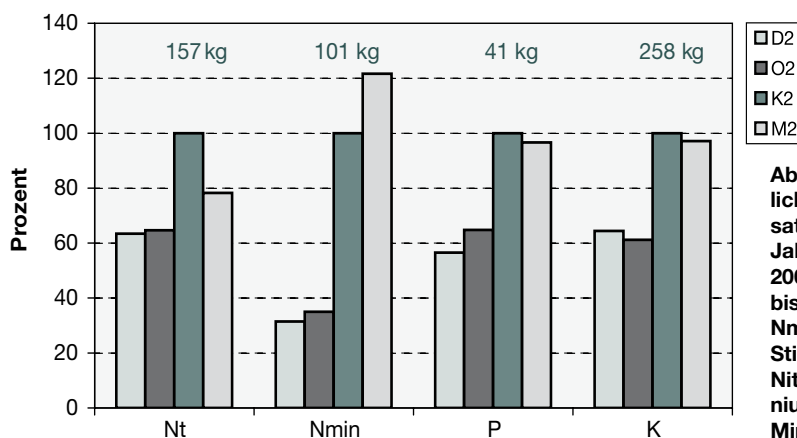


Abb. 1. Durchschnittlicher Nährstoffeinsatz pro Hektar und Jahr von 1978 bis 2005, bei M2 von 1985 bis 2005. K2 = 100 %. N_{min} = mineralischer Stickstoff in Form von Nitrat-N oder Ammonium-N in Hof- und Mineraldüngern

zidbehandlungen im konventionellen Anbau.

Hingegen wurden bei den Bio-Systemen etwas mehr Einsätze für die mechanische Unkrautbekämpfung und für Handjäten durchgeführt. In den Kunstwiesen waren nur wenige und bei allen Anbausystemen gleich viele Einsätze zur Blackenbekämpfung notwendig. Blacken wurden in den biologischen und konventionellen Systemen von Hand gestochen.

Das Ausbringen der biodynamischen Präparate in System D2 erforderte durchschnittlich neun Einsätze pro Kultur und Jahr.

Sinkende Gehalte an Nährstoffen im Boden

Die überwiegend negative Nährstoffbilanz, welche im Durchschnitt der 28 Jahre nur für Phosphor in den Systemen K2 und M2 und für Kali in System M2 leicht positiv war, spiegelt sich in sinkenden P- und K-Gehalten im Boden wider (Walther *et al.* 2001). Die P-Mengen, welche bei Versuchsbeginn 1978 vorrätig im Boden vorhanden waren, nahmen ab, sodass der DOK-Boden im Jahr 2005 bei den Bio-Systemen und bei System M2 nur noch mässig, bei System K2 noch genügend versorgt war. Die bereits 1978 mässige K-Versorgung des Bodens blieb mehr oder weniger stabil, bei D2 und O2 auch aufgrund unvorhergesehen hoher Einträge über die kalireichen Hofdünger in der 3. und 4. FFP.

System- und kulturabhängige Erträge

Die durchschnittlichen Erträge aller acht Kulturen und während den 28 Jahren betragen bei den Systemen D2 und O2 80 % der Erträge bei System K2. Die biologisch bewirtschafteten Kartoffeln schnitten mit einem relativen Ertrag von 62 % gegenüber K2 am schlechtesten ab, wäh-

rend bei Soja die Erträge bei allen Systemen gleich hoch waren. Bei den andern Kulturen lagen die Erträge bei den Bio-Systemen zwischen 80 bis 90 % des Ertragsniveaus des konventionellen Anbausystems K2.

Kartoffeln

Die Kartoffeln erbrachten allgemein gute Erträge, was mit dem fruchtbaren Boden und der mehrjährigen Kunstwiese als Vorkultur erklärt werden kann. Von den im DOK-Versuch angebauten Kulturen reagierten sie am stärksten auf die Umstellung auf eine biologische Bewirtschaftung. Der mittlere Rohertrag der 28 Jahre betrug bei D2 57 % und bei O2 67 % des Ertrags bei K2 (Tab. 2 und Abb. 2). Die Hauptgründe für die deutlich geringeren Erträge der Bio-Kartoffeln sind die geringere Nährstoffversorgung mit Kali und mineralischem N und der schlechtere Schutz gegen Krautfäule, sodass sie weniger, kleinere und mehr befallene Knollen produzierten. Infolge der kleinen Versuchspartien ist der Drahtwurmbefall in allen Systemen ein ernstes Problem. Der mittlere Anteil an marktfähigen Kartoffeln bei D2 und O2 betrug nur 54 % von K2.

Die meist signifikant höheren Erträge bei O2 als bei D2 können damit erklärt werden, dass die Kartoffelpflanzen bei O2 mit Kupfer behandelt wurden. Zudem erhielten die Pflanzen bei D2 weniger Kali und mineralischen N als bei O2, ausser in der 3. FFP, als die Erträge bei D2 wegen einer ungewöhnlich hohen Kalizufuhr über die Hofdünger und dank Jahren mit wenig Krautfäulebefall, anstiegen. In der 4. FFP war generell ein schlechtes Wachstum der Kartoffeln zu beobachten, was auch bei K2 und M2 zu tiefen Erträgen führte. In allen drei Jahren fielen die meisten Niederschläge von März bis Mai zu Beginn der Wachstumsphase der Kartoffeln, sodass der gemäss N_{\min} -Bepro-

bung reichlich vorhandene und der gedüngte N vermutlich teilweise in tiefere Bodenschichten ausserhalb des Wurzelraumes der Kartoffeln (bis etwa 55 cm) ausgewaschen wurde oder in die Luft entwich. Die Bodenstruktur der Dämme war aufgrund der verschlammten Erde ungünstig, die mechanische Pflege behindert oder sogar verunmöglicht und wahrscheinlich fehlte auch der nötige Sauerstoff im Boden für ein gutes Wachstum der Knollen. 1999 waren die Kartoffeln zudem stark mit Krautfäule und das Bio-Pflanzgut zusätzlich mit Viren befallen.

Die im Laufe der Versuchsdauer tendenziell sinkenden Kartoffelerträge lassen auch vermuten, dass diese Kultur auf die mehrjährig negative N- und K-Bilanz und die nur mässig hohen K-Gehalte im DOK-Boden reagierte. Weitere Erhebungsjahre sind hier notwendig.

Winterweizen

Mit einem mittleren Körnerertrag von 44 kg/a in den 28 Jahren erreichten die beiden biologischen Anbausysteme D2 und O2 86 % des Ertrags von K2 (Tab. 2 und Abb. 2). Das für Getreide eher günstige Klima und der fruchtbare Boden im DOK-Versuch dürften zu diesem guten Ergebnis beigetragen haben.

In der 1. FFP traten bei K2 wiederholt Ertragsverluste durch Lagerung der Sorte Probus auf, weil das N-Nachlieferungsvermögen des Bodens unterschätzt wurde, sodass die Körnererträge bei D2 und O2 nur 5 % tiefer waren als diejenigen von K2.

In der 2. FFP waren die Erträge von D2 und O2 signifikante 20 % tiefer als die Erträge von K2. Diese Verfahrensdifferenz war eine Folge des häufigeren Fungizideinsatzes und der gezielteren N-Düngung in den konventionellen Parzellen sowie des

Wechsels von der wenig standfesten Sorte Probus zur leistungsfähigeren Sorte Sardona.

Ab der 3. FFP verringerten sich die Ertragsunterschiede zwischen den Bio- und den konventionellen Systemen wieder, blieben aber signifikant. Mögliche Gründe hierfür sind die Sommertrockenheit an diesem Standort und Sorten wie Ramosa und Tamaro mit hoher Backqualität aber tiefem Ertragspotenzial, welche bei K2 und M2 mit 54 kg/a nur mittelmässige Erträge lieferten (Mäder *et al.* 2002). Tamaro hatte bei allen vier Anbausystemen einen tiefen Ernteindex (Verhältnis Kornertrag zu gesamter oberirdischer Biomasse), was darauf hinweist, dass diese Sorte den ihr zur Verfügung stehenden N nur ungenügend für die Körnerproduktion ausnutzen kann (Becker 1993).

Die in der 4. FFP (1999 bis 2005) wieder etwas grösseren Unterschiede sind vermutlich vor allem auf die starke Ertragsdepression bei D2 und O2 im trockenen Jahr 2003 nach Silomais sowie auf die hohen Erträge bei K2 im Jahr 2005 (Sorte Titlis) zurückzuführen. Auch die Körnererträge bei M2 waren dann signifikant geringer als bei K2, weil die langjährige rein mineralische Düngung und Strohräumung möglicherweise die Bodenstruktur verschlechterte; zudem wirkten die Mineraldünger bei der Trockenheit im Jahr 2003 vermutlich weniger gut.

Die signifikant höheren Körnererträge bei K2 und M2 sind hauptsächlich dank der besseren Bestockung und Ährenausbildung als Folge der um 70 % grösseren Zufuhr an mineralischem N und des Einsatzes von Fungiziden und Wachstumsregulern zustande gekommen.

Mit dem Anbau der ertragsstarken Sorte Runal ab 2006 über-

treffen die Weizerträge bei K2 und M2 die Bio-Erträge noch deutlicher.

Kunstwiese

Die Kunstwiese reagierte nur wenig auf die Umstellung auf eine biologische Bewirtschaftung. Die Erträge waren allgemein hoch und die biologischen Anbausysteme erreichten im Durchschnitt der 28 Versuchsjahre 87 % der Erträge bei K2 (Tab. 2 und Abb. 2). Die Fähigkeit des Klees, dessen Anteil in den Bio-Kunswiesen höher war, mit Hilfe der Knöllchenbakterien N aus der Luft zu fixieren, die hohe Besiedelung der Wurzeln mit symbiotischen Mykorrhiza-Pilzen und das Fehlen von Krankheiten und Schädlingen haben zu geringen, wenn auch signifikanten Ertragsunterschieden zwischen den biologischen und den konventionellen Systemen geführt.

In der 3. FFP lagen die Erträge bei O2 signifikant tiefer als bei D2, weil die Nährstoffgehalte der O-Gülle unerwartet tief waren; umgekehrt lagen sie in der 4. FFP wegen hoher N- und K-Gehalte der O-Hofdünger deutlich über den Erträgen von D2. Die für die ganze Versuchsdauer gemittelten Erträge von M2 waren um signifikante 10 % geringer als diejenigen von K2, was vor allem auf den geringeren Kleeanteil, den Einsatz von Mineraldüngern, welche während der Sommertrockenheit weniger gut aufgenommen werden, und die etwas geringere Zufuhr an totalem N zurückgeht.

Unterschiede bei der Ertragsstabilität

Die Ertragsstabilität wurde mittels des Variationskoeffizienten (Masszahl für die Streuung der Erträge innerhalb einer Zeitperiode, angegeben in Prozent) berechnet. Kleine Variationskoeffizienten bedeuten eine hohe Ertragsstabilität, wobei hohe Erträge und kleine Ertragsun-

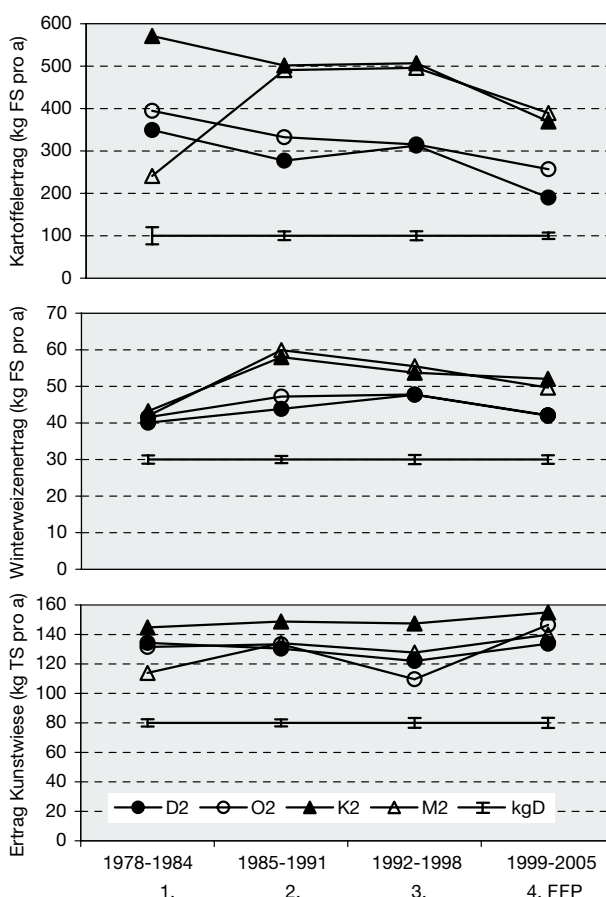
Tab. 2. Durchschnittliche Erträge relativ (in %) zu K2, 1978 bis 2005; M2 1985 bis 2005

	D2 %	O2 %	K2 %	K2 kg/a	M2 %
Kartoffeln	57	67	100	487	100
Winterweizen	85	87	100	52	101
Kunstwiese (TS)	87	87	100	149	89

terschiede von Anbaujahr zu Anbaujahr die Ertragsstabilität verbessern.

Im Durchschnitt der 28 Versuchsjahre hat sich gezeigt, dass die konventionell angebauten Kulturen tendenziell ertragsstabiler sind als die biologisch angebauten Kulturen (Tab. 3). Verantwortlich für die etwas schlechtere Ertragsstabilität beim Bio-Anbau ist die geringere, fast ausschliesslich über Hofdünger erfolgende Nährstoffzufuhr, welche zeitweise grösseren Schwankungen unterworfen sein kann. Ebenso erhöhen der stärkere Krankheits- und Schädlingsdruck wegen fehlender direk-

Abb. 2. Erträge von Kartoffeln, Winterweizen und Kunstwiese bei den Anbausystemen des DOK-Versuches, 1978 bis 2005. FS (Frischsubstanz) bei Winterweizen: mit 14 % Wasser. M2 bis 1985 ohne Düngung. Fehlerindikatoren stellen die kleinste gesicherte Differenz kgD dar. Varianzanalyse pro FFP ($p=0,05$)



Tab. 3. Ertragsstabilität: Variationskoeffizienten (VK in %) der Erträge im DOK-Versuch, 1978 bis 2005; M2: 1985 bis 2005. Mittelwerte der Variationskoeffizienten mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (nach 5% F-Test)

Anbausystem	Kartoffeln		Kartoffeln		Winterweizen		Kunstwiese 1. + 2. HNJ *	
	Rohertrag		Marktware					
	VK%	P = 0,05	VK%	P = 0,05	VK%	P = 0,05	VK%	P = 0,05
D2	31	a	45	a	21	a	10	ab
O2	28	a	46	a	20	a	13	a
K2	19	a	21	b	19	a	7	b
M2	20	a	25	b	19	a	10	ab

* Hauptnutzungsjahr

ter Pflanzenschutzmassnahmen die Gefahr von Ertragseinbussen. Auch die verzögerte N-Mineralisierung bei kühlen Frühjahrstemperaturen oder trockenen Frühsommerbedingungen führte in den Bio-Systemen zu Engpässen in der N-Versorgung.

Die Erträge an Marktware bei den Bio-Kartoffeln schwankten wegen ihres hohen Anteils an kleinen und kranken Knollen am stärksten; deren Variationskoeffizienten waren rund doppelt so hoch wie in den konventionellen Systemen (Abb. 3). In der 3. FFP verbesserte eine unerwartet hohe Kalizufuhr die Stabilität der Kartoffelerträge in System D2 vorübergehend. Bei K2 und M2 beeinträchtigte witterungsbedingt schlechtes Wachstum in der 4. FFP die Stabilität der Kartoffelerträge. Die Kunstwiese zeigte sich in allen Anbausystemen am ertragsstabilsten, weil sie dank dem Klee von der Versorgung mit N aus der Luft und vom Fehlen von Krankheiten profitierte.

Die grössten Schwankungen der Kunstwiesen-Erträge traten bei System O2 auf, was auf die tiefen Erträge in der 3. FFP wegen der nährstoffarmen O-Gülle zurückzuführen ist. Bei Winterweizen litt die Ertragsstabilität zum Beispiel 1990 vor allem wegen zeitweiliger Ertragseinbussen als Folge von Lagerfrucht.

DOK-Erträge im Vergleich mit der Praxis

In Tabelle 4 sind die Erträge von Winterweizen und Kartoffeln der Systeme O2 und K2 in den Jahren 1992 bis 2005 den entsprechenden Ertragszahlen von landwirtschaftlichen Betrieben, Sortenversuchen und des Anbausystemversuches Burgrain gegenübergestellt.

Im Durchschnitt waren bei Winterweizen im DOK-Versuch die Erträge von K2 deutlich geringer, während die Erträge von O2 ähnlich hoch waren wie diejenigen aus der Praxis und der Sortenversuche. Dies bedeutet, dass im

DOK-Versuch mit 14 % der Unterschied zwischen den biologisch und den integriert produzierten Weizenerträgen geringer war als bei den Vergleichswerten, wo der Ertragsunterschied bei 31 % lag. Die gegenüber den Vergleichspartnern tieferen Weizenerträge bei System K2 können mit dem sommertrockenen Standort des DOK-Versuches und der in dieser Zeitperiode am häufigsten angebauten, ertragsschwachen Sorte Tamaro erklärt werden.

Ein anderes Bild zeigte sich bei den Kartoffeln, wo sowohl die Bio-Kartoffeln (O2) als auch die IP-Kartoffeln (K2) des DOK-Versuchs im Durchschnitt höhere Erträge erbrachten als bei den oben genannten Vergleichsbetrieben, obwohl zwischen 1999 und 2005 die DOK-Kartoffeln vor allem witterungsbedingt schlecht gewachsen sind. Dies ist unter anderem auf die Vorfrucht, eine mehrjährige Kunstwiese und auf den fruchtbaren Boden im DOK-Versuch zurückzuführen. Die Bio-Erträge lagen im DOK-Versuch wie auch bei den Vergleichspartnern 35 % tiefer als im IP/ÖLN-Anbau.

Im Anbausystemversuch Burgrain ermöglichten das höhere Düngungsniveau, die gute Wasserversorgung und der fruchtbare Boden bei beiden Kulturen hohe Erträge, vor allem auch hohe Bio-Erträge, welche bei Winterweizen um nur 18 %, bei den Kartoffeln

Tab. 4. Vergleich der Kartoffel- und Winterweizenerträge 1992 bis 2005 im DOK-Versuch mit Erträgen aus der Praxis

Kultur	Ertragszahlen	Zeitperiode	Sorten	Durchschnittliche Erträge		
				IP/ÖLN kg/a	BIO kg/a	BIO % von IP
Winterweizen	DOK-Versuch (K2/O2)	1992-2005	verschiedene, v.a. Tamaro	53	45	86
	*Praxisanbau, Sortenversuche	1992-2005	verschiedene	63	43	69
	**Burgrain	1999-2005	verschiedene, v.a. Runal	65	53	82
Kartoffeln	DOK-Versuch (K2/O2)	1992-2005	Désirée	438	286	65
	*Praxisanbau, Sortenversuche	1992-2005	verschiedene	375	239	64
	**Burgrain	1999-2005	Agria	487	377	77

*Buchhaltungsdaten ART, 1992-2005

**Anbausystemversuch (seit 1991)

feln um nur 23 % geringer waren als die integriert produzierten Erträge. In einer Studie über den Zusammenhang zwischen Boden- und Pflanzengesundheit in Schweizer Bio-Kartoffeläckern entsprach der mittlere Ertrag von vierzig Parzellen mit 300 kg/a dem Durchschnittsertrag der hier dargestellten Kartoffelerträge (Berner *et al.* 2002).

Bio erreichte gute und stabile Erträge

Der langjährige Anbausystem-Vergleich im DOK-Versuch zeigte, dass Bio-Ackerbau, entsprechend seiner Eigenart als low input-System, trotz drastisch geringerem Einsatz an mineralischen Düngern und Pflanzenschutzmitteln Fruchtfolge-Erträge von rund 80 % der konventionellen Systeme erzeugte. Dabei bestätigte sich, dass die umstellungsbedingten Ertragseinbussen je nach Kultur unterschiedlich gross ausfallen. Der Vergleich mit andern Ertragszahlen aus der Schweiz gab Hinweise, dass

das Ausmass dieser kulturabhängigen Ertragsreaktion auch vom Standort und der jeweils angebauten Sorte abhängen.

Das leicht tiefere Ertragsniveau des Bio-Ackerbaus ist im Kontext höherer Absatzpreise für Bio-Produkte in der Schweiz zu betrachten. Am Standort des DOK-Versuchs zeigten die Erträge seit Versuchsbeginn vor 28 Jahren bei allen praxisüblich gedüngten Systemen einen stabilen Verlauf. Einzig bei Kartoffeln war eine Wachstumsabnahme zu beobachten, welche möglicherweise mit einer knapper werdenden Kali-Versorgung zusammenhängen könnte.

Literatur

- Walther U., Ryser J.-P. & Flisch R., 2001. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* 8 (6), 1-80.
- Becker H., 1993. Pflanzenzüchtung: 53 Tabellen / Heiko Becker. Stuttgart, Ulmer, S. 42-44.



■ Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P. & Niggli U., 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296 (5573), 1694-1697.

■ Berner A., Gloor S., Fuchs J., Tamm L. & Mäder P., 2002. Proceedings of the 14th IFOAM Organic World Congress, 2002 August 21.-24., Victoria, Canada, S. 6.

Abb. 3. Die Erträge im Bio-Kartoffelanbau schwankten am stärksten. (Foto: Werner Jossi, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART)

RÉSUMÉ

Essai DOC: rendements et stabilité de rendement de 1978 à 2005

Dans le cadre de l'essai DOC, on étudie depuis 28 ans les effets de la culture biologique et conventionnelle sur les rendements des grandes cultures et des prairies temporaires. Si l'on établit la moyenne des 28 années et de toutes les cultures, les systèmes biologiques ont obtenu un rendement correspondant à 80 % du rendement des systèmes conventionnels. A noter que l'emploi d'azote minéral dans les cultures biologiques représente seulement 30 à 35 % par rapport aux cultures conventionnelles. Parmi les cultures mises en place depuis le début de l'essai, les pommes de terre biologiques ont enregistré des pertes de rendement de 33 à 43 %. En revanche, la prairie temporaire a enregistré des pertes de seulement 13 %. Pour le blé d'automne, les pertes de rendement s'élevaient à 14 %. Les rendements des pommes de terre cultivées selon le système bio-organique étaient en moyenne 10 % supérieurs à ceux des pommes de terre du système bio-dynamique. Les rendements de la prairie temporaire conventionnelle fertilisée avec des engrais de ferme étaient 10 % supérieurs à ceux du système basé sur une fumure minérale. Les rendements avaient tendance à être moins stables dans les systèmes biologiques. Ce sont les pommes de terre dont les rendements ont le plus fluctué.

La comparaison avec les rendements d'exploitations suisses a montré que les rendements du blé biologique dans l'essai DOC étaient tout aussi élevés que dans la pratique. Par contre, les rendements du blé conventionnel DOC étaient inférieurs aux rendements relevés dans la pratique, dû à l'utilisation de variétés à rendements inférieurs. Les rendements des pommes de terre DOC étaient plus élevés que dans la pratique, qu'il s'agisse de la culture biologique ou de la culture conventionnelle.

SUMMARY

DOC trial: yield and yield stability in the years 1978 to 2005

During the course of the DOC trial in Therwil (BL), the effects of organic and conventional farming systems on the yield of crops and clover grass have been investigated on a fertile loess soil for 28 years. The farming systems differed in particular with regard to fertilisation and plant protection. The organic systems achieved a mean yield of 80 % of the yield by conventional farming methods over the course of 28 years and with all crops, and this was achieved with a lower application of mineral nitrogen of only 30 to 35 %. Yield losses when using the organic systems for farming crops since the start of the trial were at 33 to 43 % greatest among potatoes and at 13 % smallest with clover grass. Yield losses of winter wheat were 14 %. The potato yield of the bio-organic farming system was on average 10 % higher than with the bio-dynamic system and the yield of clover grass conventionally grown with manure was 10 % higher than yield of clover grass grown with mineral fertiliser. The yield stability of the organic systems tended to be lower. Potatoes showed greatest yield fluctuations.

Yield comparisons under farming conditions in Switzerland showed that yield of organically grown wheat in the DOC trial was similar, whereas yield of conventionally produced wheat was lower due to using varieties with weak yield production. In the case of potatoes, the DOC yield was higher under organic and conventional farming conditions in comparison with Swiss farms.

Key words: farming systems, organic, long-term field trial, yield, yield stability