

Pflanzen

DOK-Versuch: Erträge bei halber und praxisüblicher Düngung

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

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

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

Auskünfte: Werner Jossi, E-Mail: werner.jossi@art.admin.ch, Tel. +41 44 377 73 91

Zusammenfassung

Seit 30 Jahren werden im DOK-Versuch in Therwil BL biologische und konventionelle Anbausysteme, die sich hauptsächlich in der Düngung und im Pflanzenschutz unterscheiden, verglichen. Dabei werden die drei Systeme biologisch-dynamisch (D), organisch-biologisch (O) und konventionell (K) sowie die beiden Zusatzverfahren, konventionell nur mineralisch gedüngt (M) und ungedüngt (D0), nebeneinander angebaut. Die Parzellen D, O, K sind seit Versuchsbeginn 1978 in eine praxisübliche (2) und in eine halbe Düngungsstufe (1) aufgeteilt. In einer siebenjährigen Fruchtfolge wurden die Erträge von Kartoffeln, Winterweizen und Kunstwiese (1992 bis 2005) sowie von Silomais und Soja (1999 bis 2005) erfasst.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die praxisüblich gedüngten Bio-Systeme D2 und O2 im Vergleich zum konventionellen Anbau (K2) durchschnittliche Erträge von 82 % erreichten. In den halbgedüngten Bio-Systemen D1 und O1 wurden durchschnittlich 74 %, bei K1 90 % der Erträge von K2 gemessen. Im ungedüngten, biologisch-dynamisch bewirtschafteten System D0 konnte dank natürlicher Nährstoff-Nachlieferung des Lössbodens im DOK-Versuch noch ein Durchschnittsertrag von 50 % gegenüber K2 erzielt werden. Im Mittel aller Kulturen fielen die Erträge mit der halben Düngermenge bei D1 und O1 um 32 %, bei K1 um 40 % höher aus als ohne jegliche Düngung. Mit der Erhöhung der Düngermenge von halbem auf praxisübliches Niveau betrug der Ertragszuwachs bei D2, O2, K2 lediglich rund 10 %. Am geringsten waren die Ertragsunterschiede zwischen den Düngungsstufen 1 + 2 bei Winterweizen mit 4 bis 7 %, am höchsten bei Kartoffeln mit 17 bis 20 %.

Im DOK-Versuch werden seit 1978 die Anbausysteme biologisch-dynamisch (D), organisch-biologisch (O) und konventionell (K) miteinander verglichen. Die Parzellen der drei Systeme sind in eine praxisübliche (2) und in eine halbe Düngungsstufe (1) aufgeteilt. Zusätzlich ist ein konventionelles, rein mineralisch gedüngtes (M2) und ein biologisch-dynamisches ungedüngtes Verfahren D0 in den Versuch integriert (Kasten). Dabei werden Erträge und Qualitätsparameter der verschiedenen Kulturen sowie chemische, physikalische und biologische Bodeneigenschaften untersucht. Fruchtfolge, Sortenwahl und Bodenbearbeitung sind in allen Sys-

temen gleich. Deshalb werden die Systemunterschiede weitgehend durch die Düngung und den Pflanzenschutz bestimmt. Die siebenjährige Fruchtfolge (Kasten) wird in drei Schlägen zeitlich verschoben mit vier Wiederholungen angebaut.

Die biologischen Anbausysteme D und O werden nach den Richtlinien von BIO Suisse bewirtschaftet, wobei bei D zusätzlich die Regeln der Demetervereinigung eingehalten werden. Für den Anbau der Systeme K und M gelten die Richtlinien für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN). In diesem Artikel wird auf die Erträge bei den praxisüblichen und bei den re-

duzierten Düngungsintensitäten eingegangen. Dabei werden die Kulturen Kartoffeln, Winterweizen und Kunstwiese von 1992 bis 2005, (3. und 4. Fruchtfolgeperiode (FFP)), sowie Silomais und Soja, die seit der 4. FFP angebaut werden, verglichen.

Düngung

Die Düngung des biologischen Anbausystems D erfolgt ausschliesslich mittels Hofdünger. Bei O wird die Kaliversorgung bei Bedarf mit Kalisulfat (41,5 % Kalisulfat) ergänzt. Die Nährstoffzufuhr in den Systemen K und M richtet sich nach den Düngungsnormen (Walter *et al.* 2001), wobei in K die Hofdüngergaben mit mineralischen Düngern ergänzt und bei M ausschliesslich mineralische Dünger eingesetzt werden. Die Hofdünger werden von Landwirtschaftsbetrieben der entsprechenden Anbaurichtung geliefert. Bei D wird Mistkompost, bei O angerotteter Mist und bei K Stalmist eingesetzt. Bei den Bio-Systemen ist es schwierig, die Düngung ausgeglichen zu gestalten, weil die Nährstoffgehalte der Hofdünger je nach Betrieb stark variieren und weil bei D kein Ausgleich mit Mineraldüngern möglich ist. So erhielten die Systeme D in der 3. FFP und O in der 4. FFP deutlich mehr Kalium als in den vorangegangenen Perioden, bei gleichzeitiger Abnahme der P-Zufuhr. Die seit Versuchsbeginn mässige Kalium-Versorgung im DOK-Boden könnte sich bei den biologischen Systemen in einzelnen Jahren ertragslimitierend ausgewirkt haben (Gunst *et al.* 2007).

Tab. 1. Durchschnittliche Erträge von Kartoffeln, Winterweizen und Kunstwiese sowie Silomais und Sojabohnen pro FFP bei den Anbausystemen des DOK-Versuches, 1992 bis 2005.

3. Fruchtfolgeperiode (FFP) 1992 - 1998

Anbau-Systeme	Kartoffeln dt FS/ha p<0,05	Winterweizen dt FS/ha p<0,05	Kunstwiese (1.+2. HNJ) dt TS/ha p<0,05
D2	312,5 c	47,7 bc	122,0 b
D1	260,3 d	46,1 bc	109,1 c
O2	315,2 c	47,8 bc	109,6 c
O1	255,1 d	44,4 c	98,8 d
K2	506,8 a	53,7 a	147,4 a
K1	390,9 b	51,3 ab	125,8 b
M2	496,2 a	55,5 a	127,7 b
D0	97,5 e	35,0 d	71,3 e
Anbaujahre	3	6	6

FS = Frischsubstanz (bei Winterweizen mit 14 % Wasser),

TS = Trockensubstanz,

HNJ = Hauptnutzungsjahr.
Tukey HSD Test p<0,05: Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant.

4. Fruchtfolgeperiode 1999 - 2005

Anbau-Systeme	Kartoffeln dt FS/ha p<0,05	Winterweizen dt FS/ha p<0,05	Kunstwiese (1.+2. HNJ) dt TS/ha p<0,05	Sojabohnen dt TS/ha p<0,05	Silomais dt TS/ha p<0,05
D2	190,2 e	42,0 b	133,8 cd	26,6 ab	175,4 b
D1	155,9 f	40,0 b	120,0 e	23,4 b	156,4 c
O2	256,9 c	42,1 b	146,5 ab	27,4 ab	162,4 bc
O1	217,4 d	38,9 b	128,8 d	23,5 ab	152,3 c
K2	369,6 a	52,1 a	154,9 a	26,9 ab	194,5 a
K1	305,2 b	50,6 a	137,3 cd	25,2 ab	172,9 b
M2	389,5 a	49,7 a	139,8 bc	28,2 a	195,0 a
D0	81,6 g	27,0 c	80,0 f	17,0 c	115,2 d
Anbaujahre	3	6	6	3	3

Abb. 1. Durchschnittlicher Nährstoffeinsatz in kg pro Hektare und Jahr in den praxisüblich gedüngten Systemen, 1992 bis 2005. K2 = 100 %. Nmin = löslicher, mineralischer Stickstoff in Form von Ammonium-N und Nitrat-N in Hof- und Mineraldüngern, Nt = Stickstoff total. Zahlen über Säulen sind die absoluten Nährstoffeinsätze bei K2 (kg/ha).

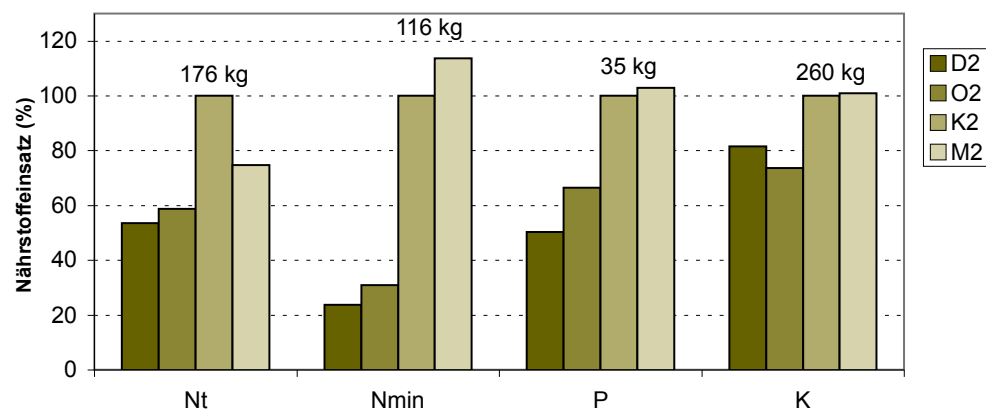
Der durchschnittliche jährliche Nährstoffeinsatz bei den Bio-Systemen D2 und O2 betrug in der Versuchsperiode 1992 bis 2005 im Vergleich zu K2 (100 %) beim Stickstoff total (Nt) 55 bis 60 %, beim Phosphor (P) 50 bis 65 % und beim Kalium (K) 75 bis 80 %. Die Zufuhr von mineralischem Stickstoff (Nmin) bei D2 und O2 aus den Hofdüngern war mit 25 bis 30 % gegenüber K2 tief, beim rein mineralisch gedüngten System M2 betrug sie 114 % (Abb. 1).

den Vorgaben der integrierten Produktion (IP beziehungsweise ÖLN) angewandt, zudem wurden bei Winterweizen ein Wachstumsregulator und bei Kartoffeln ein Staudenabbrennmittel einge-

setzt. Bei Mais und Soja erfolgte die zweite Unkrautbekämpfung zum Teil mechanisch, vor allem wenn sich während dem Jugendwachstum eine Bodenkruste gebildet hatte. In den Bio-Systemen

Pflanzenschutz

Der Pflanzenschutz unterschied sich im konventionellen Anbau (K, M) deutlich von den biologischen Systemen (D, O). Bei K und M wurden Herbizide, Fungizide und Insektizide nach



DOK-Versuch

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

Anbausysteme	D	O	K	M
Bewirtschaftung	biologisch-dynamisch	organisch-biologisch	konventionell / IP (ÖLN) ergänzend Mineraldünger ¹⁾	konventionell / IP (ÖLN), seit 1985 nur mineralisch gedüngt ¹⁾
¹⁾ nach Düngungsnorm				
praxisübliche Düngung (2)	D2	O2	K2	M2
halbe Düngung (1)	D1	O1	K1	
ohne Düngung (0)	D0			

Die 4 Anbausysteme sind in drei nebeneinander liegenden Fruchtfolgeschlägen (a, b, c), viermal wiederholt, als „split split plot“ in Form eines lateinischen Quadrates angeordnet; Parzellengröße 5 m x 20 m. Bis 1991 entsprach die ausgebrachte Hofdüngermenge in den Hauptsystemen D/O/K 0,6 beziehungsweise 1,2 Düngergrossvieheinheiten (DGVE)/ha. 1992 wurde sie auf 0,7 bzw. 1,4 DGVE/ha erhöht. 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

dagegen wurde das Unkraut mit Hackgeräten oder durch Handhacken kontrolliert. Im Kartoffelbau wurde in System O eine begrenzte Menge Kupfer gegen die Krautfäule eingesetzt. Steinmehle, pflanzliche Extrakte sowie *Bacillus thuringiensis* gegen den Kartoffelkäfer wurden in beiden Bio-Systemen eingesetzt. Im System D kamen zusätzlich biodynamische Präparate zum Einsatz.

Kartoffeln: hohe Ansprüche an Nährstoffe

In allen sechs Anbaujahren wurde die Sorte Désirée nach Vorfrucht Klee graswiese angepflanzt. Die Kartoffeln erbrachten in der 3. FFP sehr gute Erträge. In der 4. FFP fielen sie in allen drei An-

baujahren deutlich ab. Trotz hoher N_{min}-Werte stand der Kultur beim Knollenwachstum vermutlich zu wenig Stickstoff zur Verfügung, so dass es vor allem 2001 und 2002 auch bei den Verfahren K2 und M2 zu einem Ertragseinbruch kam (Tab. 1). Häufig mineralisierte der im Frühjahr ausgebrachte Mist zu spät für eine optimale Nutzung durch Kartoffeln. In der 5. FFP ab 2006 wird deshalb der Mist für die Kartoffeldüngung bereits im Herbst zur Saat der Gründüngung ausgebracht.

Die Kartoffeln waren die Kultur, deren Erträge am stärksten auf die Reduktion der Düngung reagierten. Im Durchschnitt der

sechs Anbaujahre haben die Bio-Systeme D2 57 %, O2 66 %, die halbgedüngten Parzellen D1 47 %, O1 55 % und K1 80 % des Ertrages von K2 erreicht (Abb. 2). Das rein mineralisch gedüngte Verfahren M2 erreichte einen ähnlichen Durchschnittsertrag wie K2, dagegen wurden nur 21 % im ungedüngten Verfahren D0 gemessen. Die Ertragsunterschiede zwischen den zwei Düngungsstufen betragen bei D und O 17 % und bei K 20 %. Die geringere Nährstoffversorgung mit leicht verfügbarem Stickstoff, sowie der stärkere Krautfäulebefall im System D (kein Kupfereinsatz) sind die Hauptgründe für die Mindererträge bei den Bio-Kartoffeln.

Winterweizen: wenig systemgerechte Sorten

In den zwölf Anbaujahren betrug der mittlere Körnerertrag bei den biologischen Anbausystemen D2 und O2 85 % gegenüber K2 (= 100 %). Erstaunlich gering waren die Ertragsdifferenzen zwischen den Düngungsstufen mit 4 % bei D und K sowie 7 % bei O (Abb. 2). Mit durchschnittlich 53 dt/ha war der Körnerertrag in den konventionellen Systemen K2 und M2 eher tief, was vor allem auf das geringe Ertragspotential der angebauten Robustsorten zurückzuführen war. In neun Anbaujahren zwischen 1992 und 2002 wurden die Sorten Ramosa und Tamaro mit hoher Backqualität bevorzugt. Höhere Erträge versprach der Wechsel zur Sorte Titlis 2003 und 2005. Wegen der starken Trockenheit 2003 blieben die Erträge tief und stiegen nur im Anbaujahr 2005 bei K2 und M2 auf über 60 dt/ha. Erst mit dem Anbau der Sorte Runal in der 5. FFP 2006 und 2007 wurden die Erträge in den konventionellen Systemen auf 65 bis 70 dt/ha erhöht, was dem heutigen schweizerischen Ertragsniveau im Praxisanbau entspricht. Die biologischen Verfahren erzielten rund 40 dt/ha, was dem Ertragsniveau auf Biobe-

trieben in der Schweiz entspricht. Der durchschnittliche Ernteindex (Kornanteil in Prozent der gesamten oberirdischen Pflanze) der Sorte Runal war gegenüber den Sorten Ramosa und Tamaro auch in den Bio-Verfahren D und O um 10 bis 15 % höher.

Im Bio-Winterweizenanbau hat sich in der 4. FFP der Wechsel der Vorfrucht vor Winterweizen 2 nachteilig ausgewirkt. Die Körnererträge von Winterweizen 2 waren nach Silomais bei D2 um 15 % und bei O2 um 12 % tiefer als diejenigen von Winterweizen 1 nach Kartoffeln, weil weniger mineralisierter Stickstoff zur Verfügung stand.

Kunstwiese: regeneriert bei Bio und IP

Die Kunstwiese wurde in der 3. FFP als dreijährige (Standardmischung 430) und in der 4. FFP als zweijährige (Standardmischung 330) Gras-Klee-Mischung angebaut. Für die Ertragsvergleiche wurden in der 3. FFP nur das 1. und 2. Hauptnutzungsjahr verwendet. Die Kunstwiese bewährte sich in allen Systemen gut. Dank der N-Fixierung des Klees wurden in D2 und O2 mittlere Erträge von 128 dt TS/ha, 84 % im Vergleich zu K2 erzielt. Bei halber Düngung lagen die TS-Erträge in den Verfahren D1 und O1 nur 11 %, in K1 13 % tiefer als bei praxisüblicher Düngung. Die ungedüngte Kunstwiese (D0) erreichte noch 50 % des Ertrages von K2. (Abb. 2). Wie erwartet waren in den weniger stark gedüngten Parzellen die Kleeanteile höher. Am geringsten war der Kleeanteil im System M2, vermutlich weil dort hauptsächlich die Gräser durch die mineralische N-Düngung gefördert wurden. Im Durchschnitt der zwölf Anbaujahre waren die TS-Erträge bei M2 12 % tiefer als bei K2. Die tieferen Erträge beim System O in der 3. FFP waren vermutlich durch die geringen Nährstoffgehalte in den Hofdüngern verursacht worden (Tab. 1).

Soja: geringe Systemunterschiede

Soja wurde erstmals in der 4. FFP angebaut. Der Anbau war anfänglich mit Problemen verbunden. Im Jahre 2001 (Sorte Maple Arrow) wurden die Randpartien der Parzellen stark durch Schnecken geschädigt. Im Jahre 2003 (Sorte Silvia) litten die Pflanzen unter der aussergewöhnlichen Trockenheit, was bereits im August ein vorzeitiges Aufplatzen der Hülsen zur Folge hatte. Im Jahre 2004 lief die Sorte Maple Arrow etwas lückenhaft auf, erholte sich aber gut. Im Durchschnitt der drei Jahre konnten in den Erntepar-

zellen trotzdem praxisrelevante Erträge erzielt werden. In den biologischen Verfahren D und O wurde auf eine Düngung im Anbaujahr von Soja verzichtet, in K und M nur P- und K-Dünger ausgebracht. Dank der Eigenversorgung mit Stickstoff (Knöllchenbakterien) wurden praktisch keine Ertragsunterschiede zwischen den Anbausystemen festgestellt.

In D2 wurden 99 % und in O2 102 % des Körnerertrages von K2 gemessen. Der höchste Ertrag wurde im Durchschnitt der drei Jahre im rein mineralisch

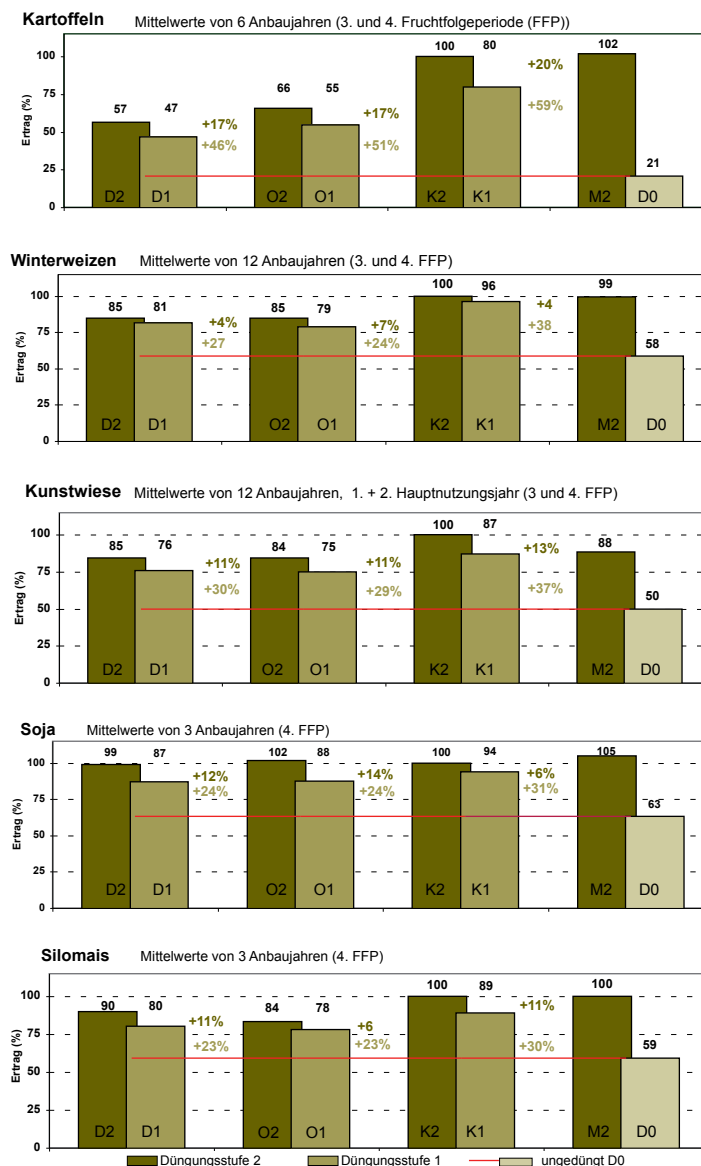
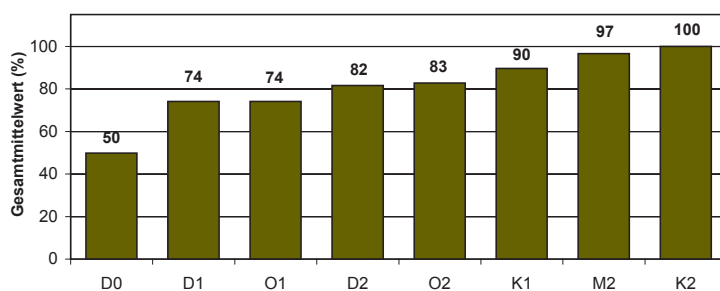


Abb. 2. Durchschnittliche Erträge relativ zu K2 von Kartoffeln, Winterweizen, Kunstwiese 1992 bis 2005 sowie Silomais und Sojabohnen 1999 bis 2005 in den Systemen D, O, K, M und D0. Die farbigen Werte geben die Ertragszunahmen bei halber Düngung (Stufe 1) gegenüber ungedüngt und bei praxisüblicher Düngung (Stufe 2) gegenüber halber Düngung bei den jeweiligen Systemen D, O, K in Prozent an.

Abb. 3. Gesamtmittelwert der Erträge von Kartoffeln, Winterweizen, Kunstwiese 1992 bis 2005 sowie Silomais und Soja 1999 bis 2005 in aufsteigender Reihenfolge relativ zu K2 (= 100 %).



gedüngten System M2 mit 28 dt TS/ha erzielt. Bei halber Düngung erbrachten D1 und O1 im Vergleich zu K2 je 87 % und K1 94 % und das ungedüngte Verfahren D0 63 %. Im Vergleich zur praxisüblichen Düngung lagen die Erträge bei D1 12 % und bei O1 14 % tiefer (Tab. 1, Abb. 2).

Silomais: ertragreich in allen Systemen

Der Bio-Maisanbau stellt hohe Anforderungen an die Unkrautregulierung und an die Nährstoffversorgung. Die Kultur wurde im DOK-Versuch erstmals in der 4. FFP mit Soja als Vorfrucht und einer Winterbegrünung mit Grünschnittroggen angebaut. Für den Anbau wurden entsprechend dem Standort die mittelspäten Sorten Magister (2002) und Gavott (2004 und 2005) gewählt. Die TS-Erträge waren in den drei Anbaujahren mit durchschnittlich 194 dt TS/ha (100 %) im konventionellen System K2 sehr hoch. In den beiden Bio-Systemen lagen sie mit 175 dt (90 %) in D2 und 162 dt (84 %)

in O2 deutlich höher als bei der Kunstwiese. Ohne Düngung wurden bei D0 59 % gemessen. Mit 80 % in D1, 78 % in O1 und 89 % in K1 wurden auch in den halben Düngungsstufen gute Erträge erzielt, die im Vergleich zur praxisüblichen Düngungsstufe nur 6 bis 11 % tiefer lagen (Tab. 1, Abb. 2).

Die Maispflanzen konnten mit ihrem Wurzelwerk auch Nährstoffquellen aus tieferen Bodenschichten erschließen. Dank hoher N-Mineralisierung des Lössbodens sowie dank der N-reichen Pflanzenrückstände der Vorfrucht Soja waren die mittleren N_{min}-Werte anfangs Juni in allen praxisüblich gedüngten Systemen mit 100 bis 120 kg/ha ziemlich hoch.

Durchschnittliche Erträge

In Abbildung 3 ist der Gesamtmittelwert aller Relativerträge der fünf Kulturen von 1992 bis 2005 im Vergleich zum Ertrag von K2 angegeben. Im Durchschnitt der 14 Jahre wurden bei K2 die höchsten Erträge gemessen, gefolgt von M2 mit 97 % und K1 mit 90 %. Die beiden biologischen Verfahren D2 und O2 haben mit rund 82 % sowie D1 und O1 mit 74 % fast den gleichen Ertrag erzielt. Im Vergleich zu K1 erreichten die Systeme D1 und O1 durchschnittlich ebenfalls 82 %. Beide Düngungsstufen wiesen somit bei D und O gleich hohe Relativerträge gegenüber K auf. Der leicht tiefere Gesamtertrag im rein mineralisch gedüngten System M2

ist im Wesentlichen auf die tieferen Kunstwiesenerträge zurückzuführen; diese waren aber nur in der 3. FFP gegenüber K2 gesichert geringer (Tab. 1). Im ungedüngten, biologisch-dynamisch bewirtschafteten System D0 wurde noch ein Durchschnittsertrag von 50 % im Vergleich zu K2 erreicht. Die relativen Erträge pro Anbausystem von 1992 bis 2005 liegen etwa auf gleicher Höhe wie diejenigen aller vier FFP von 1978 bis 2005 (Gunst et al. 2007).

Die Nährstoffe für die Erträge im ungedüngten System D0 werden weitgehend durch die Nährstoff-Nachlieferung des Bodens bereitgestellt. Einzig beim Stickstoff fallen zusätzliche Mengen durch die N-Fixierung der Leguminosen und aus den Niederschlägen an. Bei konventionellem Pflanzenschutz wären die Erträge bei Kartoffeln und Winterweizen vermutlich leicht höher gewesen.

Abnehmender Ertragszuwachs

Die Erträge können mit Düngung nicht beliebig gesteigert werden. Die Nährstoffausnutzung nimmt mit zunehmendem Nährstoffeintrag ab (Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs nach Mitscherlich). Dieses Gesetz widerspiegelt sich im DOK-Versuch in den beiden Düngungsintensitäten (Abb. 2). Im Durchschnitt der fünf Kulturen wurden die Erträge relativ zu D2, O2 und K2 (Düngungsstufen 2 = 100 %) bei D1 und O1 um 32 %, bei K1 um 40 % gegenüber ungedüngt (D0) erhöht. Bei praxisüblicher Düngung betrug die Ertragszunahme gegenüber der halben Düngung bei allen drei Systemen lediglich rund 10 %.

Reduzierte Düngung effizienter

Mit Ausnahme der Weizenerträge im konventionellen Anbau sind die durchschnittlichen Erträge bei K und M im

Abb. 4. Gute Erträge wurden mit Silomais in allen Systemen erreicht. (Foto: W. Jossi, ART)



DOK-Versuch mit denjenigen von schweizerischen Praxisbetrieben vergleichbar (Gunst *et al.* 2007). Mit Nährstoffzufuhren von 50 bis 60 % N, P, 70 bis 80 % K und nur 30 % beim mineralischen N gegenüber K2 (Abb. 1) erreichten die Bio-Systeme trotzdem 82 % des Ertrages der konventionellen Systeme und hatten damit eine bessere scheinbare N-Effizienz. Vermutlich ist bei reduzierter Anbauintensität der Anteil der Nährstoffzufuhr aus dem Boden am Gesamtbedarf grösser. Messungen erhöhter biologischer Aktivität

und stärkerer Mykorrhizen-Besiedlung in den biologischen Versuchspartzen (Mäder *et al.* 2002) deuten auf das Leistungspotenzial dieser Parzellen hin. Dabei darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass auch das konventionelle System K1 bei halber Normdüngung durchschnittlich 10 % höhere Erträge als D2 und O2 erzielte (Abb. 3). Diese Mehrerträge sind aber hauptsächlich auf den Einsatz von Stickstoff in Form von Mineraldüngern und bei Kartoffeln und Weizen auf den chemischen Pflanzenschutz zurückzuführen.

Literatur

- Gunst L., Jossi W., Zihlmann U., Mäder P. & Dubois D., 2007. DOK-Versuch: Erträge und Ertragsstabilität 1978 bis 2005. *Agrarforschung* **14** (11-12), 542-547.
- 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.
- Walther U., Ryser J.-P. & Flisch R., 2001. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* **8** (6), 1-80.

RÉSUMÉ

Essai DOC: rendements des grandes cultures avec une quantité de fumure habituelle ou réduite de moitié de 1992 à 2005

Depuis 30 ans, des systèmes culturaux conventionnels et biologiques ont été mis en place à Therwil BL dans le cadre d'un essai DOC. Ces systèmes se distinguent principalement sur les questions de fumure et de protection phytosanitaire. Les trois systèmes bio-dynamique (D), bio-organique (O) et conventionnel (K), ainsi que les variantes additionnelles conventionnelles avec fumure minérale uniquement (M) et sans fumure (D0) sont comparés les uns aux autres. Depuis le début de l'essai en 1978, les parcelles D, O, K sont réparties en deux degrés de fumure: quantité habituelle (2) et moitié de la fumure habituelle (1). Dans le cadre d'un assolement de sept ans, les rendements des pommes de terre, du blé d'automne et d'une prairie temporaire (de 1992 à 2005), ainsi que du maïs ensilage et du soja (de 1999 à 2005) ont été enregistrés.

Les résultats ont montré que les systèmes bio avec fumure habituelle D2 et O2 atteignaient des rendements de 82 % par rapport à la culture conventionnelle (K2). Les systèmes bio avec moitié de fumure D1 et O1 ont réalisé en moyenne 74 % des rendements de K2 et 90% pour le système K1. Le système bio-dynamique sans fumure D0 a obtenu un rendement moyen de 50 % par rapport à K2, grâce à l'apport d'éléments nutritifs naturels du sol de loess. En moyenne de toutes les cultures, les rendements obtenus avec une quantité de fumure réduite de moitié étaient de 32 % plus élevés avec D1 et O1 et de 40 % plus élevés avec K1 que dans le système sans fumure. Dans les trois systèmes D2, O2, K2, le rendement avec fumure habituelle était seulement supérieur d'environ 10 % à respectivement D1, O1 et K1. Les différences de rendement les plus faibles entre les deux niveaux de fumure ont été obtenues avec le blé d'automne: elles sont comprises entre 4 et 7 %. Les différences les plus élevées étaient celles des pommes de terre où elles sont comprises entre 17 et 20 %.

SUMMARY

DOC trial: yields from arable crops treated with halved and commonly used applications of fertiliser, 1992 to 2005

In the DOC trial in Therwil (Canton of Basel, Switzerland), organic and conventional farming systems have been run for 30 years, differing mainly in fertilisation and plant protection. Three systems are being compared – bio-dynamic (D), bio-organic (O) and conventional (K) – as well as two supplementary variants: conventional with mineral fertiliser only (M) and no fertiliser (D0). Since the trial started in 1978, D, O and K plots have been divided into a commonly used fertiliser-application level (2) and a halved fertiliser-application level (1). The yields from potatoes, winter wheat and clover grass (1992 to 2005) and from silage maize and soya (1999 to 2005) were recorded in a seven-year crop rotation.

The results showed that the organic systems D2 and O2 treated with commonly used applications of fertiliser achieved average yields of 82 % by comparison with conventional farming method (K2). In the organic systems D1 and O1 with halved fertiliser use, 74 % of the yields of K2 were measured on average, 90 % in the case of K1. An average yield of 50 % compared with K2 was still obtained in the bio-dynamic system D0 with no fertiliser use, corresponding roughly to the natural nutrient delivery potential of the loess soil in the DOC trial. In the average of all crops, the yields with the halved amount of fertiliser in D1 and O1 increased by 32 %, in K1 by 40 %. With the fertiliser applications in common use the increase in yield was still around 10 % in the three systems D2, O2, K2. The least differences in yield between the fertiliser-application levels were 4 to 7 % for winter wheat; the greatest were 17 to 20 % for potatoes.

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