

Pflanzen

Einfluss der Anbauintensität auf Ertrag und Deckungsbeitrag

Werner Jossi, David Dubois, Urs Zihlmann und Padruot M. Fried, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

Oliver Malitius, Thomas Anken, August Sidler und Fritz Bergmann, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Auskünfte: Werner Jossi, e-mail: werner.jossi@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 73 91

Auf einem Lehm Boden im Versuchsgebiet «Chaiblen» in Tänikon wurden ortsüblich intensive und integrierte Produktion in drei Fruchtfolgen miteinander verglichen. Die Ergebnisse von zwei fünfjährigen Fruchtfolgeperioden zwischen 1991 bis 2000 zeigten im integrierten Verfahren bei Kunstwiese keine, bei Silomais geringe und bei Getreide und Raps bedeutende Ertragseinbussen. Die reduzierten Kosten bei der Düngung und dem Pflanzenschutz kompensierten aber zusammen mit den Extensivbeiträgen die Mindererlöse weitgehend. Die Fruchtfolgen beeinflussten die prozentualen Ertragseinbussen bei der Extensivierung des Weizen- und Silomaisanbaus nur wenig.

Mit dem Beginn der Rationalisierung in der Landwirtschaft vor 40 Jahren wurden zunehmend einfachere Fruchtfolgen mit intensiven Anbaumethoden angewendet. Um festzustellen, wie sich solche Anbauweisen langfristig auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken, startete das Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich 1973 in Tänikon TG das Projekt Chaiblen. In diesem Versuch mit den drei Fruchtfolgen **vielseitig, getreidebetont** und **maisbetont** wurden die Parzellen in zwei Düngungs- und drei Herbizidverfahren unterteilt. Während drei fünfjährigen Fruchtfolgeperioden (1973 bis 1988) wurde untersucht, wie sich die verschiedenen Fruchtfolgen und

Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken (Szednicki 1977, Mailard 1981, Weisskopf 1986, Sturny 1987). Dabei zeigte sich, dass selbst die «extremen» Bewirtschaftungsvarianten die Ertragsfähigkeit des Bodens nicht wesentlich beeinträchtigen (Schwendmann, 1991). 1988 schloss die ETH die Untersuchungen ab.

Anstoss zur Extensivierung

Die zunehmende Intensivierung in der Schweizer Landwirtschaft trug zur Steigerung der Erträge bei, führte jedoch an gewissen Orten zu Problemen mit resistenten Schädlingen und Unkräutern, zur Kontamination von Gewässern oder zum Rückgang der Biodiversität. Verschiedene Gegenmassnahmen wurden diskutiert. Diese reichten von einem Verbot oder einer Beschränkung gewisser Hilfsstoffeinsätze bis zum betrieblichen Ansatz der integrierten Produktion (IP). Zur Abklärung der zu ergreifenden Massnahmen starteten die beiden Eidgenössischen Forschungsanstalten für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon (FAT) sowie für Agraröko-

logie und Landbau, Reckenholz (FAL) 1989 in Chaiblen bei Tänikon ein mehrjähriges Projekt auf dem ehemaligen Fruchtfolgeversuch des Instituts für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich.

Das neue Projekt hatte zum Ziel, bei drei Fruchtfolgen die zwei Anbauintensitäten ortsüblich intensiv (IS) und integriert (IP) zu vergleichen. Dabei sollten mehrjährige Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit, auf Ertrag und Qualität sowie auf ausgewählte Bodeneigenschaften ermittelt werden. Insbesondere interessierte, ob sich die Extensivierung bei den drei vorgegebenen Fruchtfolgen unterschiedlich auswirken. Der vorliegende Bericht stellt die ertrags- und betriebswirtschaftlichen Ergebnisse von zwei fünfjährigen Fruchtfolgeperioden (1991 bis 1995 und 1996 bis 2000) dar. Die Auswirkungen der unterschiedlichen Fruchtfolgen behandelt der zweite Bericht zum Projekt Chaiblen in diesem Heft. Die Untersuchungen der physikalischen Bodenparametern werden in späteren Publikationen veröffentlicht.

Chaiblen-Versuch 1989 bis 2000

Von 1989 an führten die Forschungsanstalten FAT und FAL den Langzeitversuch der ETH Zürich mit leicht modifizierten Fruchtfolgen weiter. Die drei fünfjährigen Fruchtfolgen **vielseitig (V)**, **getreidebetont (G)** und **maisbetont (M)** charakterisierten einen spezifischen Be-

Abb.1. Auf den IP-Parzellen erfolgte die Unkrautbekämpfung möglichst mechanisch.



triebstyp und waren so gestaltet, dass zu Vergleichszwecken im vierten und fünften Jahr jeweils Silomais bzw. Winterweizen angebaut wurden (vgl. Jossi *et al.* 2002 in diesem Heft, Tab. 1). Zusätzlich wurden alle Fruchtfolgen mit den beiden Anbauintensitäten intensiv (IS) und integriert (IP) durchgeführt (Meister *et al.* 1995). Auf einem Teil des bisherigen Versuches wurden so die sechs Anbausysteme VIS, VIP; GIS, GIP; MIS und MIP mit je vier Wiederholungen angelegt.

Gedüngt wurde mineralisch und organisch (Gülle). Die Ausnahme bildete die getreidebetonte Fruchtfolge, welche einer viehlosen Bewirtschaftung entsprach und für welche deshalb nur mineralischer Dünger verwendet wurde. Das Stroh wurde ausser beim Raps abgeräumt. Die Grösse der Teilparzellen betrug 5,4 Aren (12m x 45m). Die Bearbeitung erfolgte durch die FAT mit praxisüblichen Maschinen und Methoden (Abb. 1). Die Übergangsjahre 1989 und 1990 dienten zur Erhebung von Ausgangslage und Fruchtfolgeeffekten und wurden bereits von Meister *et al.* (1995) beschrieben.

Auswirkungen der beiden Anbauintensitäten

Abb. 2 zeigt die mittleren Stickstoffgaben der zwei Anbauintensitäten während zehn Jahren. Auch bei den Pflanzenschutz- und Bodenbearbeitungseinsätzen pro Bewirtschaftungsjahr (Abb. 3 und 4) zeigten die Anbausysteme meist deutliche Unterschiede. In Tab. 1 sind Ertrag, Deckungsbeitrag, Bewirtschaftungsmassnahmen und Arbeitsaufwand der zwei Anbauintensitäten für die verschiedenen Kulturen über alle drei Fruchtfolgen zusammengestellt. Raps und Getreide wiesen bei IP gegenüber IS deutliche Mindererträge auf. Bei Silomais waren die Einbussen

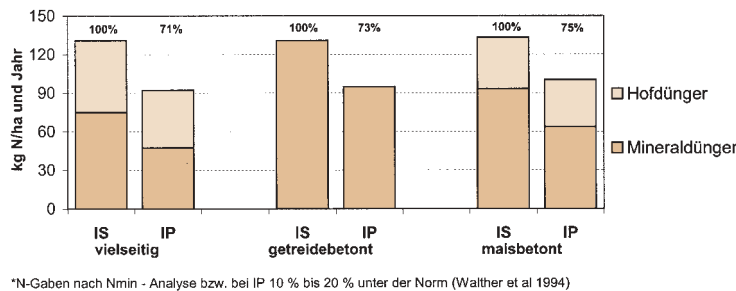


Abb. 2. Stickstoffmenge (kg N/ha und Jahr)* bei den Anbauintensitäten IS und IP in drei Fruchtfolgen (Mittel 1991 bis 2000)

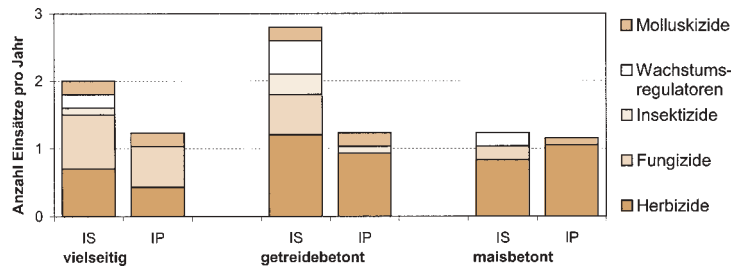


Abb. 3. Anzahl Einsätze mit chemischen Pflanzenbehandlungsmitteln pro Jahr bei den Anbauintensitäten IS und IP (Mittel 1991 bis 2000)

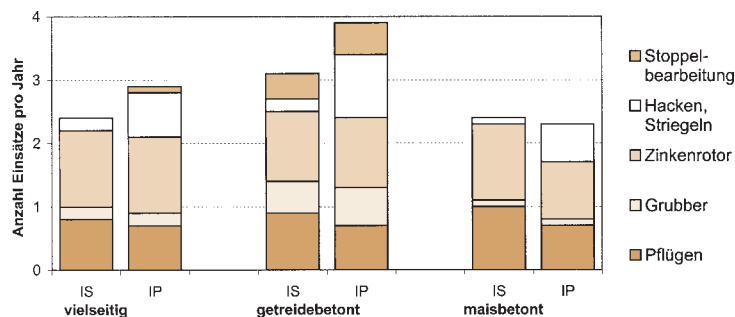


Abb. 4. Anzahl mechanische Einsätze zur Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung pro Jahr bei zwei Anbauintensitäten in drei Fruchtfolgen (Mittel 1991 bis 2000)

gering. Bei Kunstwiese und Kartoffeln wurden praktisch keine Unterschiede festgestellt. Die Deckungsbeiträge waren mit Ausnahme des Rapsanbaus (vgl. unten) zwischen den Anbauintensitäten ausgeglichener. Geringere Produktionskosten und vor allem der Extensobeitrag kompensierten die tieferen Erträge beim IP-Getreide. Die betriebswirtschaftlichen Auswertungen wurden mit den aktuellen Preisen 2000 berechnet (Malitius und Rickenmann 2000). Für nicht mehr im Handel befindliche Düngemittel und Pflanzenschutzmittel wurden ausnahmsweise ältere Preisangaben verwendet.

Ausgeglichene Erträge mit Kunstwiese

In der vielseitigen Fruchtfolge wurde 1991/92 und 1996/97 eine

zweijährige Kunstwiese, in der maisbetonten 1991 und 1996 eine einjährige Mischung angebaut. Dabei wurden die Bestelungs- und Pflegeeinsätze bei beiden Anbauintensitäten praktisch gleich durchgeführt. Zwei Drittel des Stickstoffs wurden mit Gülle und ein Drittel mit Handelsdünger ausgebracht. Obwohl die totalen N-Gaben bei IP etwa 30 % tiefer lagen als bei IS, waren die Erträge und die Futterqualität nahezu ausgeglichen (Abb. 5 und 7, Tab 1). Die kleineren Güllegaben bei IP führten jedoch zu tieferen Arbeits- und Maschinenkosten und dadurch zu einem höheren Deckungsbeitrag gegenüber IS.

Die Kuntwiesenmischungen in der vielseitigen Fruchtfolge waren in den Jahren 1991/92 eine

Tab. 1. Ertrag, Deckungsbeitrag, Arbeitsaufwand, Pflege und Düngung (Mittelwerte der Kulturen 1991 bis 2000 über alle Fruchtfolgen)

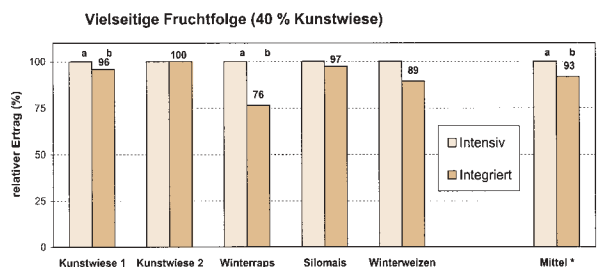
| Fruchtfolge: V=vielseitig, G=getreidebetont M=maisbetont / Anbaujahr | Durchschnitt Kunstwiese | | Durchschnitt Raps | | 1993 Kartoffeln | | Durchschnitt Wintergerste | | Durchschnitt Winterweizen | | Durchschnitt Silomais | | |
|---|---------------------------------|-------|----------------------|-------|--------------------|-------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|--------------------------------|-------|------|
| | V/91/92, V/96/97V M/91/96 | | G/92/97, | | V/93 | | G/91/96 | | VGM/95/00 G/93/98 | | VGM/94/99 M/92/93/ 97/98 | | |
| Anzahl Jahre | 6 | 6 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 8 | 8 | 10 | 10 | |
| Anbauintensitäten: IS=intensiv, IP=integriert | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | |
| Naturalertrag dt/ha | 106.0 | 104.4 | 35.3 | 24.8 | 399.3 | 398.5 | 70.4 | 53.2 | 62.8 | 56.1 | 139.5 | 134.0 | |
| Verhältnis zu IS | | 98% | | 70% | | 100% | | 76% | | 89% | | 96% | |
| Preise (Fr./dt) | 30 | 30 | 150 | 150 | * 32 | * 32 | 48 | 48 | 74 | 74 | 17 | 17 | |
| Extensobeitrag (Fr./ha) | | | | 333 | | | | 500 | | 500 | | | |
| Deckungsbeitrag (DB) | | | | | | | | | | | | | |
| inkl. Extensobeitrag: | Fr./ha | 1'793 | 1'956 | 2'352 | 1'589 | 4'008 | 4'245 | 1'239 | 1'342 | 2'495 | 2'725 | 785 | 575 |
| DB Differenz zu IS: | Fr./ha | | 163 | | -763 | | 237 | | 103 | | 230 | | -210 |
| Pflanzenschutz: | Einsätze | 0.3 | 0.3 | 3.6 | 2.3 | 8 | 6 | 3.5 | 0.5 | 3.0 | 1.0 | 1.0 | 1.2 |
| Bodenbearbeitung, Saat, Pflege: | Einsätze | 3.3 | 2.9 | 4.1 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 3.5 | 5.0 | 3.6 | 4.1 | 3.8 | 4.1 |
| Düngung: (Total inkl. Gülle) | | | | | | | | | | | | | |
| Stickstoff (N) | kg/ha | 186 | 131 | 121 | 104 | 43 | 0 | 84 | 69 | 137 | 88 | 114 | 92 |
| Phosphor (P ₂ O ₅) | kg/ha | 104 | 80 | 99 | 78 | 96 | 96 | 67 | 67 | 65 | 65 | 86 | 85 |
| Kali (K ₂ O) | kg/ha | 350 | 268 | 148 | 98 | 270 | 270 | 128 | 128 | 111 | 110 | 214 | 212 |
| Gülle | m ³ /ha | 143 | 109 | | | | | | | | | 41 | 40 |
| Arbeitszeit: | Akh/ha | 22.4 | 18.4 | 16.4 | 18.9 | 125.7 | 131.5 | 15.2 | 13.7 | 15.9 | 17.6 | 15.0 | 16.9 |

* durchschnittlicher Verkaufspreis Sorte Agria (Speisekartoffeln Fr. 43.55, Futterkartoffeln Fr. 8.-)

Detaillierte Angaben sind beim Autor verfügbar

Abb. 5. Erträge, Deckungsbeitrag und Arbeitszeit in der vielseitigen Fruchtfolge für zwei Anbauintensitäten (Mittelwerte von zwei Fruchtfolgeperioden 1991 bis 2000)

a, b: Newman-Keuls-Test P<0.05 (fehlende Angaben oder Verfahren mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden)
*Die Ergebnisse der Kartoffeln 1993 sind in Tabelle 3 angegeben. Im Mittel der Fruchtfolge sind sie in die Berechnung einbezogen.

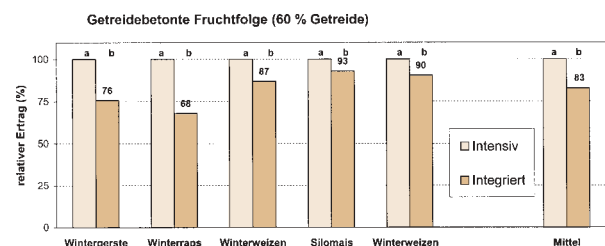


| Anbaujahr | 1991/1996 | | 1992/1997 | | 1998 | | 1994/1999 | | 1995/2000 | | (inkl. Kartoffeln 1993) | |
|------------------------------------|-----------|------|-----------|------|------|------|-----------|------|-----------|-------|-------------------------|-------|
| | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP |
| Naturalertrag (dt TS/ha) | 98 | 94 | 104 | 104 | 31 | 24 | 143 | 139 | 65 | 58 | 100% | 93% |
| Deckungsbeitrag (DB) ¹⁾ | 1239 | 1410 | 2439 | 2487 | 1814 | 1726 | 860 | 755 | 2'717 | 2'857 | 2'437 | 2'495 |
| DB Differenz zu IS | | 171 | | 48 | | -88 | | -105 | | 140 | | 58 |
| Arbeitszeit (Akh/ha) | 27.3 | 21.8 | 12.6 | 11.6 | 17.4 | 18.2 | 16.2 | 19.7 | 14.9 | 16.9 | 28.5 | 29.0 |

¹⁾ inkl. Extensobeitrag bei Getreide und Raps

Abb. 6. Erträge, Deckungsbeitrag und Arbeitszeit in der getreidebetonten Fruchtfolge für zwei Anbauintensitäten (Mittelwerte von zwei Fruchtfolgeperioden 1991 bis 2000)

a, b: Newman-Keuls-Test P<0.05 (fehlende Angaben oder Verfahren mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden)



| Anbaujahr | 1991/1996 | | 1992/1997 | | 1993/1998 | | 1994/1999 | | 1995/2000 | | Mittel* | |
|------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|------|-----------|-------|---------|------|
| | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP |
| Naturalertrag (dt TS/ha) | 70 | 53 | 37 | 25 | 69 | 60 | 143 | 133 | 57 | 51 | 100% | 83% |
| Deckungsbeitrag (DB) ¹⁾ | 1'239 | 1'342 | 2'621 | 1'521 | 2'783 | 2'904 | 253 | 99 | 2'082 | 2'399 | 1795 | 1653 |
| DB Differenz zu IS | | 103 | | -1100 | | 121 | | -154 | | 317 | | -143 |
| Arbeitszeit (Akh/ha) | 15.2 | 13.7 | 15.9 | 19.3 | 19.0 | 20.1 | 18.6 | 21.3 | 14.9 | 16.9 | 16.7 | 18.2 |

¹⁾ inkl. Extensobeitrag bei Getreide und Raps

Standardmischung (STM 440) und 1996/97 eine STM 330A, in der maisbetonten Fruchtfolge 1991 und 1996 eine STM 240. Die grösseren N-Gaben bei IS erhöhten den Gräseranteil auf Kosten des Klees nur um rund 5 % bis 10 %. In der Standardmischung 440 erhöhte sich 1992 der Kleeanteil stark, da die Gräser im Vorjahr unter einer Trockenperiode litten. Die Futterqualität zeigte keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Anbauintensitäten (Mediavilla 1995). In den Jahren 1996/97 blieben die Klee- und Gräseranteile stabiler.

Geringe Unterschiede bei den Kartoffeln

Der schwere Boden am Versuchsstandort eignet sich nur beschränkt für den Kartoffelanbau. Deshalb wurden Kartoffeln (Sorte Agria) nur 1993 in der vielseitigen Fruchtfolge ange-

baut. Die hohe Stickstoff-Mineralisierung nach der Kunstwiese machte bei IP eine N-Düngung überflüssig und erforderte bei IS nur eine geringe N-Gabe. Auf Herbizidbehandlungen konnte bei IP verzichtet werden. Die zusätzlichen Hackeinsätze erhöhten die Gesamtarbeitszeit nur wenig. Infolge des hohen Infektionsdruckes konnte die Anzahl der Fungizidbehandlungen bei IP - gestützt auf das Prognosemodell Phytopré - nicht wie geplant reduziert werden (Mediavilla, 1995). Sowohl beim Ertrag als auch bei der Qualität gab es keine Unterschiede zwischen IS und IP (Tab. 1).

Grosse Differenzen beim Raps

Raps wurde 1992 und 1997 in der getreidebetonten und 1998 anstelle von Kartoffeln in der vielseitigen Fruchtfolge angebaut. Beim Rapsanbau war die Ertragsdifferenz zwischen den Anbauintensitäten am grössten. In der getreidebetonten Fruchtfolge wurde in IS und IP die Sorte Libravo und 1997 die Sorten Synergy (IS) und Express (IP) gesät. 1992 betrug der Minderertrag in IP gegenüber IS 9%. Bei IP waren die Bedingungen für einen Extensobeitrag nicht erfüllt, weil wegen der Überschreitung der Bekämpfungsschwelle eine Insektizidbehandlung gegen den Stengelrüssler durchgeführt werden musste.

Ausserordentlich waren die Verhältnisse 1997: Die Sorte Synergy bei IS hatte mit 43 kg/ha eine Rekordernte eingebracht, während die Sorte Express bei IP nur 22 kg/ha erreichte. Die schlechte Überwinterung und die anschliessend starke Verunkrautung der IP-Parzellen waren die Hauptursache für diese Einbusse. Rapsschädlinge traten 1997 nur schwach auf, so dass die Extensobedingungen eingehalten werden konnten. Im Durchschnitt beider Jahre erreichte IP nur 68%

des Ertrages von IS. Insgesamt liessen sich bei IP eine Fungizid- und eine Insektizidbehandlung einsparen. Trotzdem resultierte im Mittel beider Jahre ein um Fr. 1'100.- tieferer Deckungsbeitrag als für IS. (Tab. in Abb. 6).

1998 wurde in der vielseitigen Fruchtfolge bei beiden Anbauintensitäten die Sorte Capitol angebaut. Dank geringem Unkrautdruck nach der zweijährigen Kunstwiese konnte bei IP die Herbizidbehandlung weggelassen werden und liessen sich die Extensobedingungen einhalten. Ein starker, langandauernder Rapsglanzkäferbefall verursachte dann aber starke Schäden und folglich einen Minderertrag von 24% gegenüber IS. Dank dem Extensobeitrag resultierte beim Deckungsbeitrag jedoch nur eine Einbusse von ca. Fr. 90.-/ha. Im Mittel aller drei Raps-Anbaujahre schnitt IP um Fr. 763.-/ha schlechter ab als IS (Tab. 1).

Kompensierbare Einbussen bei Wintergerste

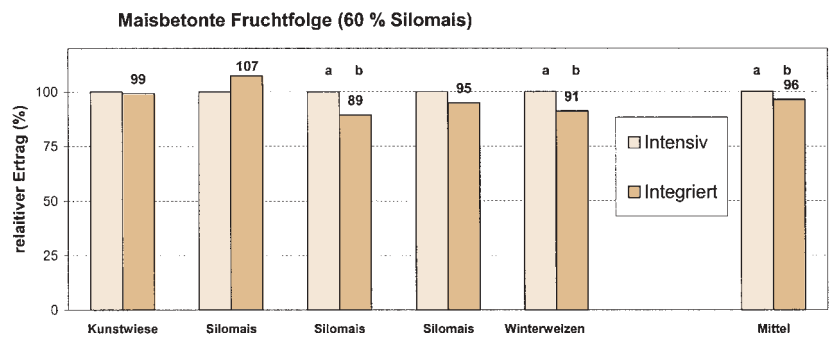
Wintergerste wurde nur in der getreidebetonten Fruchtfolge angebaut. Im Durchschnitt der Jahre 1991 (IS und IP: Sorte Express) und 1996 (IP: Sorten Baraka/Astrid; IS: Sorte Baretta) resultierte bei IP ein Minderertrag von 24% gegenüber IS. Die

geringeren N-Gaben und vor allem der Verzicht auf Fungizide und Wachstumsregulatoren verursachten diese Reduktion.

Die Netzfleckenkrankheit (*Helminthosporium teres*) war in beiden Jahren eher schwach aufgetreten. Trotzdem war die Kornausbildung 1991 schlecht und das Hektolitergewicht mit 53,0 kg (IS: 58,1 kg) ungenügend (Malitius 1995). 1996 führten in den unbehandelten IP-Parzellen nicht parasitäre Blattflecken zu vorzeitigem Abdorren der Blätter. Das Hektolitergewicht erreichte mit 67,7 kg (IS: 70,3kg) genügende Werte. Insgesamt wurden die Mindererträge aber durch tiefere Kosten bei der Bewirtschaftung und durch den Extensobeitrag gut kompensiert (IP: + Fr. 103.-/ha). Dank den eingesparten chemischen Behandlungen liegt der Arbeitsaufwand bei IP leicht tiefer als bei IS (Abb. 6, Tab. 1).

Höhere Deckung mit IP bei Winterweizen

Neben Silomais war Winterweizen die am häufigsten angebaute Kultur. Folgende Sorten wurden angebaut: 1993 Arina in IS und Tamaro in IP, 1998 Titlis in IS und IP, in den Stichjahren 1995 Tamaro und 2000 Titlis. Im Durchschnitt über alle Fruchtfol-



| Anbaujahre Anbauintensität | 1991/1996 | | 1992/1997 | | 1993/1998 | | 1994/1999 | | 1995/2000 | | Mittel | |
|------------------------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|--------|------|
| | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP | IS | IP |
| Naturalertrag (dt TS/ha) | 116 | 115 | 132 | 142 | 158 | 141 | 121 | 115 | 61 | 55 | 100% | 96% |
| Deckungsbeitrag (DB) ¹⁾ | 1702 | 1971 | 892 | 765 | 1439 | 892 | 484 | 367 | 2398 | 2740 | 1383 | 1347 |
| DB Differenz zu IS | | 269 | | -127 | | -547 | | -117 | | | | -36 |
| Arbeitszeit (Akh/ha) | 27.3 | 21.8 | 13.3 | 12.4 | 11.4 | 11.8 | 15.5 | 19.2 | 14.9 | 16.5 | 16.5 | 16.3 |

¹⁾ inkl. Extensobeitrag bei Winterweizen

Abb.7. Erträge, Deckungsbeitrag und Arbeitszeit in der maisbetonten Fruchtfolge für zwei Anbauintensitäten (Mittelwerte von zwei Fruchtfolgeperioden 1991 bis 2000)

a, b: Newman-Keuls-Test P<0.05 (fehlende Angaben oder Verfahren mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden)

gen betrug der Minderertrag bei IP 11 %. Die Mindererlöse konnten jedoch durch Einsparungen beim Pflanzenschutz und der Düngung aufgefangen werden, so dass der Deckungsbeitrag bei IP inklusive Extensobeitrag um durchschnittlich Fr. 230.-/ha höher lag als bei IS. Die Anzahl Pflanzenschutzsätze waren bei IP deutlich geringer als bei IS, Bestellungs- und Pflegeeinsätze dagegen etwas häufiger. Zudem war die N-Düngung um rund 35 % tiefer (Tab. 1, Abb. 6).

Vergleicht man die drei Fruchtfolgen, so erbrachte die vielseitige Fruchtfolge gegenüber Getreidebetont 11 % und gegenüber maisbetont 7 % höhere Weizenenerträge (Jossi *et al.* 2002). Die prozentuale Ertragseinbusse infolge des extensiven Weizenanbaus bei IP war jedoch in allen Fruchtfolgen etwa gleich hoch.

Silomais mit höherem Aufwand bei IP

Silomais war die am häufigsten angebaute Kultur. 1992 bis 1994 wurde in allen Fruchtfolgen die Sorte Corso gesät. In der maisbetonten Fruchtfolge wurden 1997 die Sorten Granat (IP) und LG 22.43 (IS) angebaut. 1998 und 1999 war dann in allen Fruchtfolgen LG 22.43 die Standardsorte. Die Naturalerträge waren im Schnitt bei IP nur um knapp 4 % kleiner als bei IS (Tab. 1). Bei den Pflanzenschutzmitteln sowie bei der Düngung konnten bei IP einige Kosten eingespart werden. Die Maschinen- und Arbeitskosten fielen aber wegen den zusätzlichen mechanischen Unkrautbekämpfungs-Massnahmen in IP um einiges höher aus. 1992, 1993 und 1997 wurde in den maisbetonten IP-Parzellen eine Streifenfrässaat (Maiswiese) durchgeführt. Sie gelang leider nur 1992 optimal. In den anderen Jahren hatte sie sich auf dem zur Verdichtung neigenden Boden nicht bewährt (Weisskopf *et al.* 1995).

Im Mittel der Jahre 1992 und 1997 schnitt die Streifenfrässaat jedoch ertragsmässig besser ab als der herkömmliche Anbau mit Pflug bei IS (Abb. 7). Die erfolgreiche Maiswiese 1992 und der in die Berechnung einbezogene Grasschnitt im Frühjahr 1997 vor der Maissaat haben dazu beigetragen. Beim IS-Verfahren wurde 1997 bereits im Winter gepflügt, weil sich in den Vorjahren das Pflügen dieses tonreichen Bodens im Frühjahr sehr nachteilig auf das Auflaufen des Maises ausgewirkt hatte. Gut gelungen ist die Mais-Untersaat bei IP 1998. Dank günstiger klimatischer Bedingungen wurden in jenem Jahr auch die höchsten Silomaiserträge der ganzen Versuchsperiode gemessen.

Herbizidbehandlungen konnten trotz Bandspritzungen bei IP nur wenige eingespart werden. Auch die Güllegaben waren in IS und IP etwa gleich hoch. Die mineralischen N-Gaben waren bei IP durchschnittlich 19 % tiefer (Tab. 1). Weil beim Silomais keine Extensobeiträge ausbezahlt werden, lag der durchschnittliche IP-Deckungsbeitrag Fr. 210.- unter demjenigen von IS. Der Ertragsrückgang in der maisbetonten Fruchtfolge im dritten Maisanbaujahr 1994/1999 bei beiden Anbauintensitäten (Abb. 7) deutet auf mögliche Bodenstrukturen hin (vgl. auch Jossi *et al.* 2002 in diesem Heft). Die Ertragsunterschiede zwischen IS und IP betragen je nach Fruchtfolge nur 3 % bis 7 % und waren nur bei der Getreidebetonten Fruchtfolge statistisch signifikant.

Unterschiedliche Reaktionen der Kulturen

Die Vergleiche zwischen IP und IS zeigen deutlich, dass die einzelnen Kulturen sehr unterschiedlich auf verminderten Hilfsstoffeinsatz reagieren. So ergaben sich bei IP vor allem bei Raps und Getreide Mindererträ-

ge bis zu 30 %. Erstaunlich klein blieben dagegen die Ertragsdifferenzen beim Mais, während die Kunstwiesen in beiden Anbauintensitäten praktisch den gleichen Ertrag erbrachten.

Auch im Anbausystemversuch Burgrain reagierten die Getreidekulturen mit ähnlichen Ertragsabnahmen bei extensivem Anbau (Dubois *et al.* 1999). Auf dem Gutsbetrieb Burgrain wurden drei Anbauintensitäten (IP-intensiv, IP-extensiv und Bio) in einer ackerbaubetonten sechsjährigen Fruchtfolge einschliesslich zwei Jahren Kunstwiese verglichen. Die grossen Versuchspartzen (Teilfläche 65 Aren) befinden sich in einer ähnlichen Klimazone auf einem mittelschweren Boden. In beiden Versuchen ertrugen besonders die durch Krankheiten und Schädlinge kaum gefährdeten Klee-graswiesen und Mais bei genügender Nährstoffversorgung eine gewisse Extensivierung. Hingegen reagiert Getreide an diesen niederschlagsreichen Standorten deutlich auf einen reduzierten Pflanzenschutz. Der schwere, sich langsam erwärmende Boden am Standort Chaiblen begrenzt zudem die Einsparmöglichkeiten bei der Stickstoffdüngung von Winterkulturen im Frühjahr. Im Weiteren erschwert der langsam abtrocknende Boden auch den Ersatz von Herbizidspritzungen durch mechanische Unkrautkontrollmassnahmen.

Geringer Einfluss der Fruchtfolge

Bei den drei verglichenen Fruchtfolgen hing die Wirkung der Extensivierung somit vor allem von den angebauten Kulturen ab. Bei gleicher Kultur (hier Winterweizen und Mais) war hingegen die Auswirkung der Extensivierung auf den Ertrag bei allen drei Fruchtfolgen ähnlich gross. Der reduzierte Hilfsstoffeinsatz führte somit bei vereinfachten Fruchtfolgen nicht zu einer über die Jah-

re zunehmenden Ertragseinbusse zum Beispiel durch markant grösseren Unkraut- oder Krankheitsdruck. Die betriebswirtschaftlichen Berechnungen zeigen, dass im Schnitt aller Kulturen der Mindererlös der IP durch tiefere Kosten für Pflanzenschutz und Düngung sowie durch Extensobeiträge bei Getreide und Raps weitgehend kompensiert werden können.

Literatur

- Dubois D., Zihlmann U., Fried P.M., Tschachtli R. und Malitius O., 1999. Burgrain: Erträge und Wirtschaftlichkeit dreier Anbausysteme. *Agrarforschung* 6 (5), 169-172.
- Jossi W., Zihlmann U., Valenta A., Scherrer C., Krebs H. und Dubois D., 2002. Vielseitige Fruchtfolge fördert die Ertragsfähigkeit. *Agrarforschung* 9 (3), 90-95.
- Maillard A., 1981. Entretien de la fertilité du sol à long terme sous l'enjeu des assolements, des amendements fertilisants et des traitements herbicides. II. Bilan comparatif des variations de quelques paramètres bio-chimico-pysiques du potentiel de rendement d'un sol après cinq années d'essais. Diss. ETH, Nr. 6925.
- Malitius O., Bergmann F., Sidler A., Meister E., Weisskopf P., Scherrer C., Forrer H.R. und Weilenmann F., 1995. Getreidebetonte Fruchtfolge: integriert und intensiv bewirtschaftet. *Agrarforschung* 2 (6): 235-238.
- Malitius O. und Rickenmann P., 2000. Auswertung und Ergebnisse des Fruchtfolgeversuchs Chaiblen von 1989 bis 2000 sowie Dokumentation der für diesen Versuch erstellten Datenbank Chaiblen und deren Beilagen. Interner Bericht FAT Tänikon, 1-62.
- Mediavilla V., Meister E., Walther U., Fried P.M., Malitius O., Sidler A. und Ott A., 1995. Vielseitige Fruchtfolge: integriert und intensiv bewirtschaftet. *Agrarforschung* 2 (6): 231-234.
- Meister E., Weisskopf P., Mediavilla V., Malitius O., Bergmann F., Sidler A., 1995. Welche Fruchtfolge? Intensiv oder integriert bewirtschaften? *Agrarforschung* 2 (6): 231-243. Sonderdruck.
- Schwendimann F., 1991. Die Ertäge im Fruchtfolgeversuch «Chaiblen» von 1994 bis 1988. *Landwirtschaft Schweiz* 4 (6): 316-319.
- Srzednicki G., 1977. Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens auf lange Sicht unter dem Einfluss von Fruchtfolge, Düngung und Herbizideinsatz. I. Charakterisierung des Standortes vor Beginn eines langdauernden Feldversuches und Methodik der Versuchsdurchführung. Diss. ETH, Nr. 5958.
- Sturny W., 1987. Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens auf lange Sicht unter dem Einfluss von Fruchtfolge, Düngung und Herbizideinsatz. IV. Vergleichsuntersuchungen über chemische, physikalische und herbologische Parameter des Ertragspotentials eines Bodens unter Berücksichtigung der Ertragsentwicklung während 12 Jahren. Diss. ETH, Nr. 8220.
- Walther U. et al., 1994. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Eidg. Landw. Forschungsanstalten, 1-39, Vertrieb LBL Lindau.
- Weisskopf P., Meister E., Ammon H.U., Mediavilla V., Malitius O., Anken T. und Sidler A., 1995. Maisbetonte Fruchtfolge: integriert und intensiv bewirtschaftet. *Agrarforschung* 2 (6): 240-243.
- Weisskopf P., 1986. Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens auf lange Sicht unter dem Einfluss von Fruchtfolge, Düngung und Herbizideinsatz. III. Vergleich verschiedener humuschemischer und bodenbiologischer Parameter sowie Beeinflussung von Qualitätsmerkmalen der Vergleichskultur Winterweizen nach 10 Versuchsjahren. Diss. ETH, Nr. 8019.

RÉSUMÉ

Influence de deux systèmes d'exploitation sur les rendements et les paramètres économiques

Dans l'essai de Chaiblen à Tänikon, les deux systèmes d'exploitation intensif (SI) et intégré (PI) ont été comparés sur un sol argileux avec trois assolements différents. Pendant deux périodes de rotation de cinq ans, de 1991 à 2000, les rendements ont été identiques pour les prairies artificielles, légèrement inférieurs pour le maïs d'ensilage et considérablement inférieurs pour les céréales et le colza par rapport à ceux du SI. Les pertes dans le PI dépendant ont été compensées par les coûts plus faibles en pesticides et en fumure, et par les contributions Extenso. Pour les cultures de maïs et de blé, les pertes de rendement relatif du système intégré ont été peu influencées par les assolements.

SUMMARY

Effect of two cultivation intensities on yields and economical parameters

On a loamy soil in Tänikon (Switzerland) the project «Chaiblen» has compared two cultivation intensities - intensive (IS) and integrated (IP) - and three different crop rotations. Over the period of two five-year crop rotations from 1991 to 2000, yields were similar for clover grass in IS and IP. Maize yielded slightly less and cereals as well as rape considerably less in IP than in the IS system. The decrease of profit, however, was nearly compensated by the reduced costs for fertilizer and pesticides and by subsidies for pesticide free cultivation of cereals and rape. There was little effect only by the three different crop rotations on the relative yield differences of wheat or maize for the two cultivation intensities.

Key words: integrated, conventional, arable farming systems, crop rotation, yields, economy