

Franz BIGLER, Mario WALDBURGER und Gerhard FREI, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Reckenholz (FAP), CH-8046 Zürich

Anbauverfahren und Sortenwahl können das Auftreten von Schadorganismen entscheidend beeinflussen. In den Verfahren, bei denen der Boden während der Vegetation mit einer Decke aus lebendem oder totem Mulch abgedeckt ist, sinkt der Beulenbrandbefall gegenüber dem konventionellen Anbau um 50 % bis 70 %. Der Maiszünslerbefall liegt in der Maiswiese um 40 % bis 60 % tiefer als in den übrigen Verfahren, weil mehr Larven von räuberischen Insekten gefressen werden. Blattläuse treten umso schwächer auf, je besser der Boden zwischen den Maisreihen durch eine Gründেকে bewachsen ist.

Tierische und pilzliche Schadorganismen setzen dem Mais zu verschiedenen Perioden von der Saat bis zur Ernte zu. Anbauverfahren können das Auftreten solcher Schadorganismen mitbeeinflussen. Es ist deshalb nötig, zu beurteilen, ob die Anbausysteme Schädlinge und Krankheiten fördern oder hemmen. Angaben zu den Anbauverfahren sind dem Artikel von Bigler *et al.* 1995a zu entnehmen.

Beulenbrand

Kurz vor der Ernte wurden pro Parzelle 40 Pflanzen auf Brandbeulen und andere durch den Pilz hervorgerufene Befallssymptome untersucht. In Abbildung 1 sind die Resultate als Prozent befallene Pflanzen pro Anbauverfahren dargestellt. Aus der Darstellung geht hervor, dass der Befall zwischen den Jahren stark schwankt. In drei von vier Jahren waren jedoch die Verfahren «Konventionell» (KO) und «Untersaat» (US) stärker befallen als die Verfahren «Grünroggen» (GR) und «Maiswiese» (MW). Im Mittel der vier Jahre war der Befall in den Verfahren KO und US rund doppelt so stark wie in GR und MW. Die Unterschiede lassen sich dadurch erklären, dass die Menge der vom Boden in die Luft gelangenden Brandsporen durch Roggenmulch und -stoppln beziehungsweise durch die Gründেকে in der Maiswiese stark vermindert wird. Entsprechend sinkt die Infektionswahrscheinlichkeit. Die «Filterwirkung» von Gründেকে wurde bereits von Grossmann und Pfister (1979) für schwächeren Beulenbrandbefall verantwortlich gemacht. Unsere Versuche bestätigen diese Beobachtungen.

Die Sorte «Atlet» ist im Nationalen Mais-sorten-katalog als nur «genügend» resistent gegen Beulenbrand eingestuft. Um unsere in den Versuchen mit dieser Sorte gemachten Erfahrungen zu überprüfen, haben wir im Herbst 1994 den Beulenbrandbefall in Praxisfeldern ermittelt. In drei verschiedenen Regionen (Kantone Aargau, Schaffhausen und St. Gallen) haben wir in insgesamt 14 Feldpaaren (total 28 Felder) den Befall ausgezählt. Pro Feld wurden 100 Pflanzen untersucht. Ein Feldpaar bestand aus einem konventionell angebauten Mais und einer Maiswiese. Für die Untersuchung wurden nur Felder ausgewählt, die unmittelbar nebeneinander lagen. Der mittlere Befall der konventionell angebauten Felder erreichte 4,9 %, derjenige der Maiswiese 2,4 %, das heisst der Befall war durchschnittlich halb so gross. Daraus folgern wir, dass die Ergeb-

nisse aus den Maisversuchen durch die Praxiserhebungen bestätigt werden.

Maiszünsler

Während der Eiablageperiode des Maiszünslers wurden die Eigelege an 40 Pflanzen pro Parzelle einmal pro Woche gezählt und markiert. Mit dieser Methode ermittelten wir die tatsächliche Anzahl der Eigelege. Wenige Tage vor der Ernte wurden die gleichen 40 Pflanzen aufgeschnitten und die Maiszünslerlarven gezählt. In Abbildung 2 ist die durchschnittliche Anzahl Larven pro Pflanze dargestellt. Es fällt auf, dass die Larvendichte in der MW in zwei von vier Jahren (1991 und 1992) gesichert tiefer war als in den Verfahren KO und US. Im Mittel der vier Jahre weist die MW gegenüber KO und US einen um 50 % bis 60 % verminderten Befall auf. Im GR ist der Befall zwar in drei Jahren höher als in MW, statistisch sind die Unterschiede aber nicht gesichert. Die Eigelegedichte pro Pflanze hat in den einzelnen Jahren keinen deutlichen Zusammenhang mit den Anbauverfahren ergeben. Im Mittel der vier Jahre zeigt sich allerdings eine Tendenz zu einer tieferen Anzahl Eier in der MW. Es ist nicht klar,

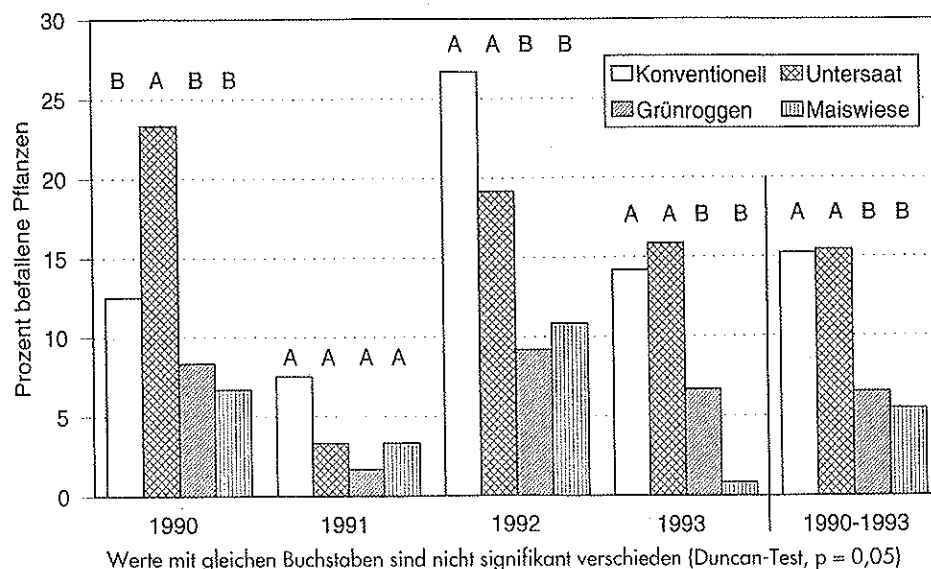
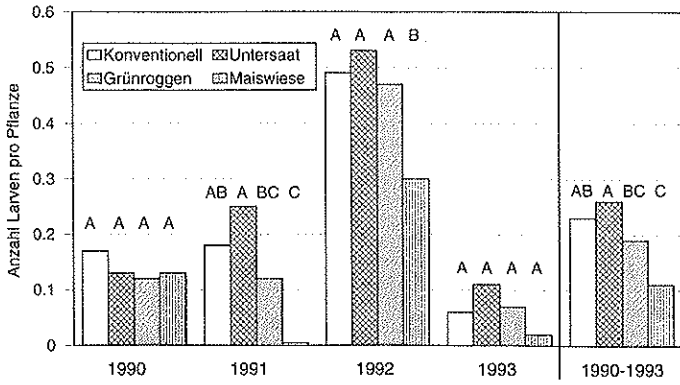
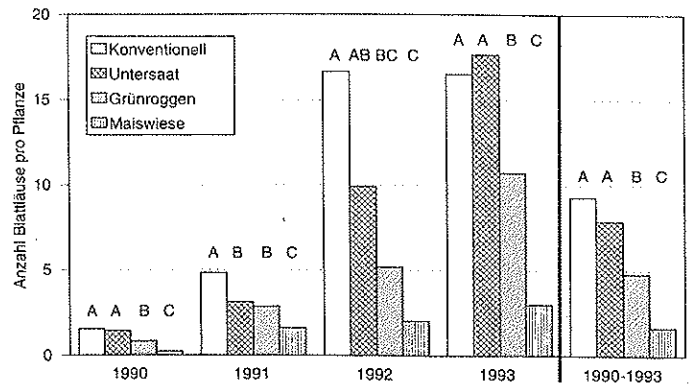


Abb. 1. Anteil der vom Beulenbrand befallenen Pflanzen in vier Maisanbauverfahren.



Werte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden (Duncan-Test, $p = 0,05$)

Abb. 2. Anzahl Maiszünslerlarven pro Pflanze im Herbst in vier Maisanbauverfahren.



Werte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden (Duncan-Test, $p = 0,05$)

Abb. 3. Durchschnittliche Anzahl Blattläuse pro Maispflanze. Die Populationen wurden von Juni bis September einmal pro Monat durch Auszählen ermittelt.

ob dies bedingt ist durch eine schwächere Eiablage oder durch eine höhere Aktivität räuberischer Insekten.

Um die Versuchsergebnisse in der Praxis zu überprüfen, wurden im Herbst 1994 Felder mit konventionell angebautem Mais mit der MW verglichen. Insgesamt untersuchten wir 20 Felder paarweise. Pro Feld wurden 100 Pflanzen aufgeschnitten und die Larven gezählt. Die Mittelwerte erreichten im konventionellen Verfahren 0,19 Larven pro Pflanze (Minimum 1, Maximum 63) und in der MW 0,07 Larven pro Pflanze (Minimum 0, Maximum 33). Der Unterschied beträgt somit rund 63 %. Wie entstehen die Unterschiede? Bei den Eigelegten haben wir festgestellt, dass die Zahlen in der MW tendenziell etwas tiefer liegen. Da sich aber keine klaren Unterschiede zwischen den Verfahren herausstellten, muss angenommen werden, dass in der MW die Sterblichkeit der Larven höher ist. In unserem Versuch sind wir dieser Frage nachgegangen und haben die räuberische Aktivität von Insekten in den vier Verfahren gemessen. Eine ausführliche Beschreibung der Methoden und der Resultate ist im Beitrag über Nützlinge und Frassleistung von Insekten gegeben (Bigler *et al.* 1995b).

Blattläuse

Blattläuse haben im Maisanbau der Schweiz bis jetzt keine nennenswerten Ertragseinbußen verursacht. Dies ist vor allem den Umständen zu verdanken, dass die Maispflanze eine relativ hohe Blattlausdichte ohne Schaden erträgt, wichtiger aber, dass die natürliche Regulierung der Blattläuse durch Gegenspieler (Räuber, Parasitoiden und Pilzkrankheiten) in den meisten Fällen sehr wirksam ist. Gut nachweisbar ist diese Tatsache, wenn die

natürlichen Gegenspieler etwa durch eine Behandlung mit flüssigen Pyrethroiden ausgeschaltet werden, und sich die Blattläuse ungehindert vermehren können.

Uns haben die Fragen interessiert, wie sich die Blattlauspopulationen und deren Gegenspieler in den vier Anbauverfahren entwickeln. Hier sollen lediglich die Ergebnisse der Blattläuse dargestellt werden. Die Blattlausdichten wurden von Juni bis September monatlich einmal auf 24 Pflanzen pro Parzelle ausgezählt. In Abbildung 3 sind die durchschnittlichen Dichten pro Pflanze dargestellt. Es geht daraus hervor, dass zwischen den Jahren sehr grosse Dichteunterschiede auftraten. In allen Jahren kann eine deutliche Abstufung zwischen den Verfahren beobachtet werden. Im Mittel der vier Jahre weisen die Verfahren KO und US die höchsten durchschnittlichen Dichten auf. Setzen wir die Dichte von KO = 100 %, so erreichen die anderen Verfahren relativ dazu folgende Werte: US = 85 %, GR = 51 %, MW = 20 %. Die Zahlen zeigen, dass mit zunehmender Gründecke die Blattläuse stark abnehmen. Die Unterschiede lassen sich hauptsächlich durch zwei Effekte erklären: 1. Sobald der Mais aufgelaufen ist, wird er von geflügelten Blattläusen besiedelt. In unseren Untersuchungen hat sich gezeigt, dass die Verfahren KO und US von Mitte Mai bis Mitte Juni, also während der Besiedlung durch Zuflug, im Mittel eine drei- beziehungsweise sechsmal höhere Blattlausdichte aufweisen als die Verfahren GR beziehungsweise MW. Die unterschiedliche Besiedlung der Maisfelder rührt daher, dass die Maispflanzen in der grünen Bodenbedeckung des GR und der MW von den Blattläusen weniger gut wahrgenommen werden, als auf dem Boden ohne Gründecke. 2. Blattläuse werden im Mais durch natürliche Feinde so wirk-

sam in Schach gehalten, dass ihre Populationen in der Regel in der zweiten Julihälfte zusammenbrechen. Diese Beobachtung hat sich auch in unseren Versuchen bestätigt, wo die Massenvermehrung der Blattläuse je nach Jahr zwischen dem 14. und 26. Juli abgeschlossen war. In allen vier Jahren war die Massenvermehrung in der MW am geringsten, gefolgt von GR, US und KO. Die gleiche Rangfolge wurde auch bei den absoluten Dichten der natürlichen Feinde gemessen. Setzt man aber die beiden Dichten (Nützlinge: Blattläuse) einander gegenüber, so findet man, dass in der MW pro Blattlaus im Mittel etwa fünfmal mehr und im GR rund doppelt so viele Nützlinge auf dem Mais vorkommen wie in der US und in KO. Diese Verhältnisse erklären die geringen Blattlausdichten in der MW und teilweise auch im GR während der Phase der Massenvermehrung.

Fritfliege

Die Fritfliege kommt als Maisschädling dann verstärkt vor, wenn die Wachstumsbedingungen im frühen Jugendstadium des Mais schlecht sind und sich in der Nähe ein grosses Reservoir an Wirtspflanzen befindet, wo sich die überwinterte Generation entwickelt hat. Neben vielen Futtergräsern sind als wichtige Wirtspflanzen alle Getreidearten bekannt. Aus dieser Perspektive hat uns die Frage interessiert, ob Mais als Frasssaat in geschnittenem Grünroggen von der Fritfliege stärker befallen wird als in den anderen Anbauverfahren.

Im 5- bis 7-Blatt-Stadium wurden pro Verfahren 72 Maispflanzen auf Symptome des Fritfliegenbefalls untersucht. Die Pflanzen wurden in die Klassen «gesund», «schwach», «mittelstark» und «stark» befallen eingestuft.

In den vier Versuchsjahren war der Fritfliegenbefall nur gerade 1991 so stark, dass die Symptome bonitiert werden konnten. In den drei andern Jahren war kein oder nur ein sehr schwacher Befall sichtbar. Im GR war der Prozentsatz befallener Pflanzen 38 %, in KO 22 %, in US 18 % und in MW 24 %.

Eine Auszählung, die wir bereits 1988 in der Praxis durchgeführt hatten, bestätigt unsere Ergebnisse. Damals wurde von uns die Eiablage der Fritfliege in zwei benachbarten Feldern (KO/GR) ausgezählt. Im KO Mais betrug die durchschnittliche Anzahl Eier pro Pflanze 0,8, im GR dagegen 7,4. Der Befall im GR Mais war so stark und der Schaden so hoch, dass der Mais im GR Feld neu gesät werden musste.

Bei Frässaat des Mais in Grünroggenstoppeln ist also unter günstigen Befallsvoraussetzungen das Schadenrisiko durch die Fritfliege erhöht. Das Befallsrisiko wird dagegen nicht ansteigen, wenn die Roggenstoppeln untergepflügt werden. Andere Bodenbearbeitungsverfahren, bei denen die Roggenstoppeln nicht vergraben werden, dürften das Befallsrisiko in dem Masse erhöhen, als die Stoppeln an der Bodenoberfläche bleiben.

Bodenschädlinge: Erdschnaken, Drahtwürmer

Während der ganzen Versuchsdauer waren wenig Erdschnakenlarven und Drahtwürmer vorhanden, und es konnten keine Befallssymptome beobachtet werden. Wir zählten einzig die Erdschnaken, welche in den Bodenfallen (Barberfallen) gefangen wurden. Bei relativ schwachen Fängen zeigte sich im Laufe der Jahre kein einheitliches Bild. Im Durchschnitt wurden im GR mit 0,3 Larven pro Falle am meisten Erdschnaken gefangen, gefolgt von der US (0,2), der MW (0,14) und KO (0,08).

Das Wichtigste in Kürze

■ Der Beulenbrandbefall wird in den Verfahren Grünroggen und Maiswiese gegenüber den beiden anderen Verfahren um 50 % bis 70 % reduziert. Die Bodenbedeckung durch Roggenstoppeln und -mulch beziehungsweise durch die Wiese wirkt wie ein Filter für die vom Boden aufgewirbelten Brandsporen.

■ Der Maiszünslerbefall ist in der Maiswiese durchschnittlich um 40 bis 60 % geringer als in den andern Anbauverfahren. Die Frassleistung wichtiger Gegenspieler des Maiszünslers ist in der Maiswiese und im Grünroggen deutlich höher

als in den beiden übrigen Verfahren.

■ Die Blattlauspopulationen sind in allen Verfahren unterschiedlich. Die höchsten Dichten wurden im konventionellen Anbau gemessen (100 %) gefolgt vom Untersaat-Verfahren (85 %), dem Grünroggen-Verfahren (51 %) und der Maiswiese (20 %).

■ Eine erhöhte Befallsgefahr durch Fritfliegen besteht im Verfahren von Frässaat in Grünroggen-Stoppeln, weil die in den Roggenstoppeln überwinterten Fritfliegen den aufgelaufenen Mais mit einer hohen Eizahl belegen.

■ Die Erdschnakenlarven und Drahtwürmer traten in keinem der Anbauverfahren mehr oder weniger stark auf.

LITERATUR

Bigler F., Waldburger M. und Ammon H.U., 1995a. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Die Verfahren im Vergleich. *Agrarforschung* 2 (9), 353-356.

Bigler F., Waldburger M. und Frei G., 1995b. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Insekten und Spinnen als Nützlinge. *Agrarforschung* 2 (9), 383-386.

Grossmann F. und Pfister J.A., 1979. Nebenwirkungen von Herbiziden auf Maiskrankheiten insbesondere Maisbeulenbrand. H. Borner (ed.) Abschlussbericht zum Schwerpunktprogramm Verhalten und Nebenwirkungen von Herbiziden im Boden und in Kulturpflanzen, 41-48. Inst. Phytomed. Univ. Hohenheim, D - Stuttgart.

RÉSUMÉ

Maladies cryptogamiques et insectes nuisibles dans quatre systèmes de culture du maïs

L'impact de quatre systèmes de culture du maïs sur les maladies et les insectes nuisibles a été établi entre 1990 et 1993. Les systèmes de culture étaient: 1. Système traditionnel, ST (labour en automne, traitement herbicide de surface), 2. Système traditionnel avec semis intercalaire, STI (labour au printemps, traitement herbicide localisé sur la ligne) 3. Semis sur bandes fraisées dans du seigle fourrager, SBS (semis du seigle en automne, semis du maïs après broyage du seigle, traitement herbicide localisé sur la ligne) 4. Semis sur bandes fraisées dans une prairie, SBP (coupe de la prairie avant semis du maïs, traitement herbicide localisé sur la ligne, broyage des repousses de la prairie deux fois après le semis du maïs). Les attaques de charbon dû à *Ustilago maydis* ont été réduites de 50 % à 70 % dans les systèmes de semis sur bandes fraisées (SBS et SBP) par rapport aux systèmes traditionnels (ST et STI). Le nombre de larves de la pyrale de maïs recensé avant la récolte est 40 % à 60 % plus bas dans le semis sur bandes fraisées dans la prairie (SBP) en comparaison avec les trois autres systèmes. Les résultats d'essais ont été vérifiés dans la pratique pour le charbon et la pyrale. Les différences

pour les populations de pucerons sont très marquées et liées à la couverture verte du sol ainsi qu'aux auxiliaires qui sont plus nombreux dans les systèmes de sol couvert. Les densités moyennes de pucerons par rapport au système traditionnel (ST) sont: STI = 85 %, SBS = 51 %, SBP = 20 %. Les attaques par la mouche de frit n'ont été importantes qu'en 1991. 38 % de plantes de maïs étaient attaquées dans le système de semis dans le seigle (SBS) contre des taux de 18 % à 24 % dans les trois autres systèmes. Pour les populations de vers fil de fer et de larves de tipules, aucune relation nette n'a pu être démontrée avec les systèmes de culture en raison des populations trop faibles de ces deux ravageurs.

SUMMARY

Occurance of fungal diseases and insect pests of maize in four cropping systems

The impact of four maize cropping systems on maize diseases and insect pests was investigated from 1990 to 1993. The four cropping systems were: 1. Traditional system, TS (ploughing in autumn, broadcast application of herbicides), 2. Traditional system with grass/clover underseed, TSU (ploughing in spring, herbicides applied in drill-bands, hoeing followed by sowing of a grass/clover mixture), 3. Drilling in a rotovated band in rye, DBR (no till, rye sown in autumn, rye mulched in spring prior to drill of maize in rotovated bands, herbicides in drill-bands), 4. Drilling in rotovated bands in meadow, DBM (no till, meadow harvested in spring prior to drilling of maize in rotovated bands, herbicides in drill-bands).

Common smut attack (*Ustilago maydis*) of maize was reduced by 50 % to 70 % in the rotovated band drilling systems (DBR and DBM) compared to the two other systems (TS and TSU). The number of larvae of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) assessed in autumn was 40 % to 60 % lower in the rotovated band drilling system in meadow (DBM) compared to the three other cropping systems. The experimental results for smut and corn borer larvae were confirmed under farmer's field conditions. Aphid populations were different in the four systems, and a clear relationship between green cover crops and aphid density was observed. The average aphid density relative to the traditional system (TS = 100 %) are: TSU = 85 %, DBR = 51 %, DBM = 20 %. Heavy attacks of maize plants by the Frit fly (*Oscinella frit*) were observed in 1991 only. 38 % of maize plants were attacked in the DBR system whereas in the three other systems only 18 % to 24 % were damaged. These results were confirmed in farmer's field conditions where direct drilling of maize in rye stubbles can lead to a very high attack by Frit fly. For soil pests (*Tipula* spp. and *Agriotes* spp.) we were not able to demonstrate relationships to any of the four cropping systems because of the low population densities.

KEY WORDS: Fungal diseases, insect pests, maize, cropping system