

Erträge mit mechanisch oder chemisch regulierter Begrünung

Hans Ulrich AMMON, Christian BOHREN, Caroline SCHERRER und Mario WALDBURGER, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Reckenholz (FAP), CH-8046 Zürich

Der Ertrag ist auch bei umweltschonenden Anbauverfahren für den Betriebsleiter ein wesentliches Kriterium und wurde in einem von 1990 bis 1993 durchgeführten Versuch mit vier Maisanbausystemen ermittelt. Aufgrund der heutigen Kenntnisse wäre für bessere Erträge der Maiswiese am Standort Reckenholz eine Regulierung mit Herbiziden angezeigt gewesen. Die Erträge aus dem vierjährigen Anbauversuch im Reckenholz werden mit Versuchen verglichen, bei denen die Grünbedeckung mit Herbiziden reguliert wurde.

Das Verfahren von Streifenfrässaat in Wiesen, der sogenannten «Maiswiese», wurde in niederschlagsreichen Gebieten des Zürcher Oberlandes entwickelt. Wie mehrfach beschrieben (Ammon *et al.* 1990; Ammon 1993) wird eine ältere Klee graswiese im Frühjahr zur Silonutzung geschnitten, anschliessend erfolgt die Maissaat mit einer Streifenfräse direkt in die Grasnarbe. Der Wiederaustrieb der Wiesenpflanzen zwischen den Reihen wird nur zweimal gemulcht. Durch das Mulchen wird der Mais zwar vor Licht-, nicht aber vor Wasser- und Nährstoffkonkurrenz geschützt.

Zwischenbegrünung verschieden regulieren

Je nach Fruchtfolge werden an die Regulation unterschiedliche Ansprüche gestellt:

■ Wenn wiederum Mais folgt, wird eine nur vorübergehende Hemmung des Bestandes angestrebt, insbesondere der Weissklee und einige schattentolerante Gräser wie Wiesenrispengras aus dem alten Wiesenbestand sind als Bodenbedecker erwünscht.

■ Wenn der Mais im Fruchtwechsel steht und im Herbst Getreide folgt, ist eine lebende Bedeckung im Herbst unerwünscht. Die Regulation soll daher stärker wirken, vor allem auf die in den Zwischenfruchtmischungen häufig angebauten, im Mais sehr konkurrenzstarken Raigräser. Der tote Mulch der langsam absterbenden Gräser genügt als Erosionsschutz und verbessert die Tragfähigkeit des Bodens bei der Maiseernte. Mit der chemischen Regulation der Begrünung wird nicht nur die

Konkurrenzwirkung zum Mais sondern auch die ökologische Wirkung der Begrünung beeinflusst. Aus diesem Grunde wird das Regulieren der Grünbedeckung nicht vor der Maissaat wie in ausländischen Anbauverfahren empfohlen (Diez *et al.* 1988), sondern nach der Maissaat durchgeführt und dies möglichst spät, mit langsam wirksamen Blattherbiziden. So bleibt die Grünbedeckung zumindest während der empfindlichen Anfangsentwicklung des Mais voll erhalten. Nach heutigen Kenntnissen werden zur Regulation in der Regel folgende Herbizide eingesetzt (Details siehe Anken *et al.* 1994):

■ Glyphosate, nach der Saat, vor dem Auflaufen des Mais auf nachgeschossenes Gras, 1,5 bis 3 l Präparat (360 g Aktivsubstanz/l) mit 100, max. 200 l Wasser und Netzmittel oder

■ Sulfonylharnstoffe nach Maisauflauf, auf 10 cm hohes Gras (Titus 20 bis 30 g/ha oder Dasul 1 bis 1,5 l/ha) beide in der Regel als zweimalige Split-Behandlung. Beide Wirkstoffe lassen mit diesen Aufwandmengen den Weissklee überleben und wegen der fehlenden Dauerwirkung erfolgt eine spätere Neukeimung. Mit tieferen Aufwandmengen ist auch ein Wiederaustrieb einiger Gräser möglich.

Je nach Zeitpunkt der Regulation ist die Neukeimung von Unkräutern möglich oder nicht möglich, die Konkurrenz um Wasser verschieden gross und die Nährstoffversorgung unterschiedlich. Die Stickstoffversorgung hängt ab vom Stickstoffentzug der Begrünung und von der Stickstoffabgabe beim Verrotten der Pflanzen (Rüegg 1994). Diese Vorgänge sind bei Gräsern, Klee oder Rübsen als

Vorfrüchte unterschiedlich. Auch ist die Konkurrenzkraft bei Frässaat in ältere, weissklee reiche Wiesen geringer als bei Saaten in Italienisch Raigrasbestände mit geringen Kleeanteilen, z.B. SM 240.

Im folgenden wird auf die Erträge des Anbauversuches 1990 bis 1993 (= Reckenholz 1) eingegangen (siehe auch Bigler *et al.* 1995). Ergänzend werden Ertragsergebnisse weiterer Versuche am Reckenholz (Reckenholz 2 bis 7) und Wetzikon aufgeführt.

Ertragsresultate 1990

Die Silomaiserträge 1990 im Versuch Reckenholz 1 (Abb. 1) sind in allen Verfahren mit Begrünung etwas geringer als im konventionellen Anbau. Dies trifft auch im Durchschnitt aller vier Jahre zu. Rechnet man als Gesamtertrag Mais und Grünnutzung zusammen, dann ist der Ertrag im Verfahren mit Grünroggen und in der Maiswiese statistisch gleich hoch wie im konventionellen Anbau.

Zum Vergleich sind Ergebnisse aus Wetzikon und aus drei anderen Versuchen am Reckenholz (Reckenholz 2 bis 4) dargestellt (Abb. 2). In Wetzikon ist die Mulchschnittvariante in der Maiswiese gegenüber dem konventionellen Anbau ertragsmässig deutlich abgefallen. Die chemisch regulierte Maiswiese war dem konventionellen Anbau jedoch ebenbürtig oder überlegen. Im Reckenholz dagegen hat die chemische Regulation gegenüber Schnitt nur in einem Versuch eine gesicherte Erhöhung der Silomaiserträge bewirkt (Reckenholz 3).

Im Verfahren mit Grünroggen sind die Silomaiserträge gegenüber dem konventionellen Anbau in Wetzikon tiefer sowohl mit Schnitt als auch reguliert (Abb. 2). Im Reckenholz 2 und 4 haben die verschiedenen Regulationsverfahren in Grünroggen in einem Versuch eine Ertragserhöhung bewirkt.

Der zusätzliche Grünfütterertrag wurde in den Vergleichsversuchen nicht berücksichtigt.

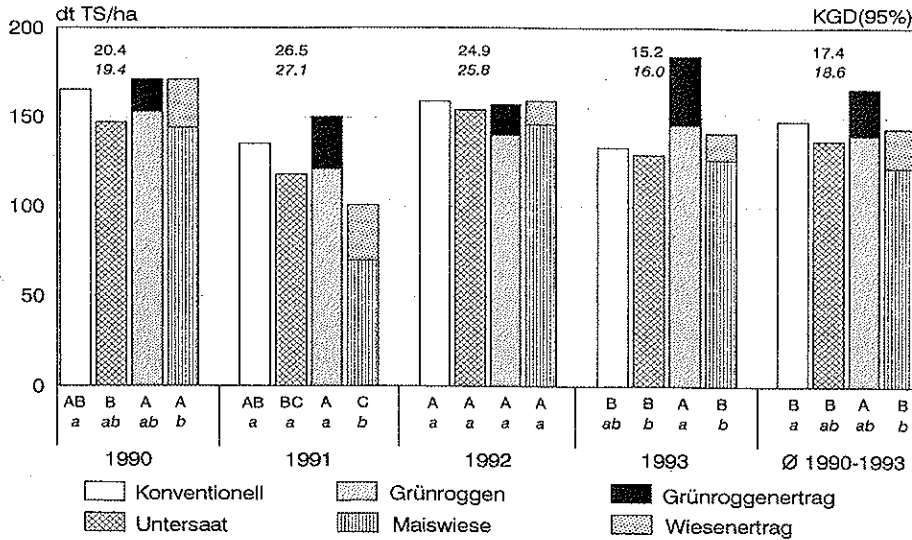


Abb. 1. Anbautechnikversuch mit Streifenfrässaat von Silomais, Reckenholz: Erträge von Zwischenfutter und Silomais in vier Anbauverfahren 1990 bis 1993 und Durchschnittserträge. (A, B, C = statistischer Vergleich der Gesamterträge mit KGD; a, b, c = statistischer Vergleich der Silomaiserträge mit KGD, Duncan).

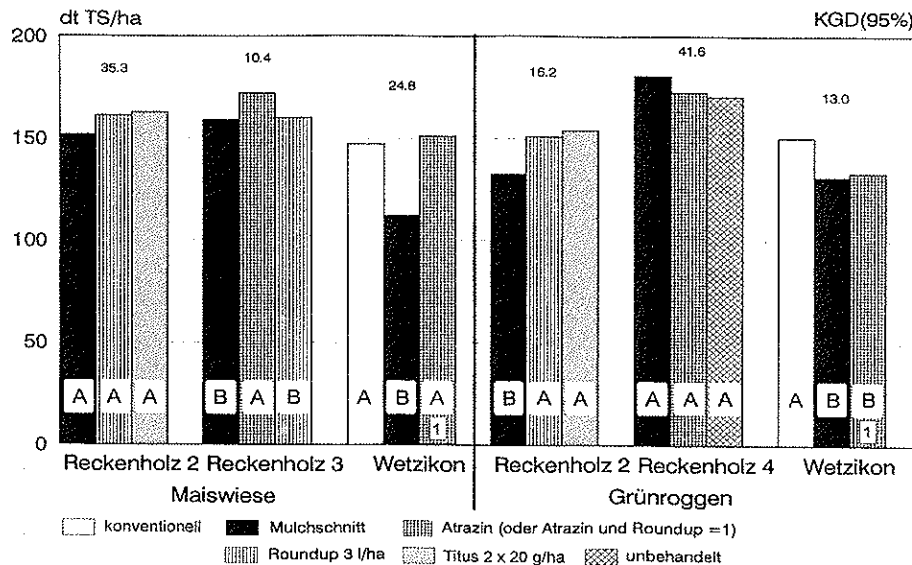


Abb. 2. Silomaisertrag nach Streifenfrässaat in Maiswiese und Grünroggen (1990). Maiswiese in Reckenholz 2: einjährige Kleegrasmischung mit hohem Kleeanteil, Reckenholz 3: ältere Kleegrasmischung, Wetzikon: einjährige SM 240.

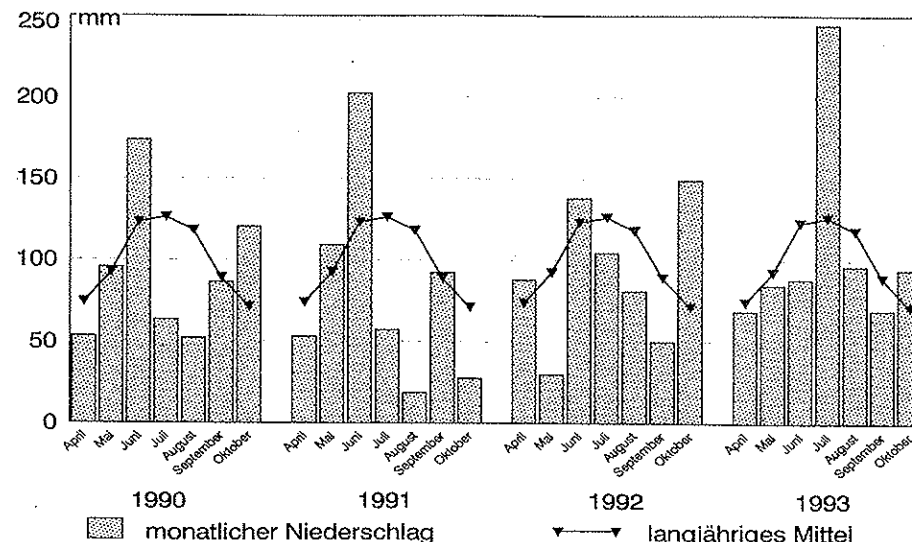


Abb. 3. Monatliche Regenfälle von April bis Oktober in Zürich Reckenholz 1990 bis 1993 und langjähriges Mittel.

1991 generell tiefere Erträge

Im Jahr 1991 erfolgte die Saat witterungsbedingt erst spät. Zudem waren die Monate Juli und August mit 70 mm Niederschlägen sehr trocken (Abb. 3) (langjähriges Mittel 240 mm). Daher fiel der Ertrag in allen Anbauverfahren (Abb. 1) tiefer aus als 1990. In denen zum Vergleich beigezogenen Versuchen war die Regulation der Grünbedeckung (Abb. 4) dem Mulchschnitt überlegen, in Grünroggen jedoch nicht gesichert. Der Standort Reckenholz 5 erhielt weniger Niederschläge als der Standort Wetzikon. Hier zeigt sich die Notwendigkeit, aber auch der ertragssichernde Erfolg der Regulation mit Herbiziden. Im Reckenholz ist die frühe Regulation im Voraufbau mit Roundup (Glyphosate) tendenzmässig ertragswirksamer als die späte Regulation im Nachaufbau mit Titus (Rimsulfuron) (Abb. 5).

Erträge 1992 und 1993

Die beiden Jahre sind gekennzeichnet durch gute Witterungsbedingungen zur Saat und regelmässige Niederschläge im Juni, Juli und August (Abb. 3). Die Silomaiserträge waren im Versuch Reckenholz 1 1992 und 1993 (Abb. 1) bei allen Verfahren annähernd gleich, ausser bei Grünroggen wo der Gesamtertrag 1993 signifikant höher ausfiel. Aus den zum Vergleich beigezogenen Ergebnissen vom Reckenholz 5 und von Wetzikon (Abb. 6) sind 1992 keine statistisch signifikanten Unterschiede ersichtlich. Mit Roundup erfolgte eine relativ starke Neukeimung von Hirsen, mit Titus wurden 1993 witterungsbedingt phototoxische Schäden festgestellt.

Im Versuch Reckenholz 6 1993 (Abb. 7) wird der Einfluss des unterschiedlichen Regulationszeitpunktes (Roundup im Voraufbau; Titus im Nachaufbau) deutlich. Frühe Regulation mit Roundup ist, wie 1991 (Abb. 5), der späteren Regulation mit Titus überlegen.

Gesamtwertung

Die durchschnittlichen Erträge des vierjährigen Versuches im Reckenholz zeigen, dass die Verfahren Maiswiese, Konventionell und Untersaat etwa gleiche Erträge brachten, wenn der Trockensubstanz-Gesamtertrag berechnet wird (Silomais und Schnitt). Das Verfahren mit

Grünroggen brachte einen signifikant höheren Mehrertrag. Werden nur die Silomaisserträge in Erwägung gezogen, so brachte die Maiswiese einen signifikant tieferen Ertrag als die konventionelle Anbauwiese. Einen besonders starken Einfluss hatte das Trockenjahr 1991 auf dieses Ergebnis der Maiswiese. In niederschlagsreicheren Regionen dürfte dieser Einfluss weniger ins Gewicht fallen. Auch konnte gezeigt werden, dass mit chemischer statt mit mechanischer Regulierung der Maiswiese, besonders in Trockenjahren, gleich hohe Silomaisserträge möglich sind. Im weiteren ist die Notwendigkeit der Regulation abhängig von der Vorfrucht: bei Frässaaten in reinen Kleebeständen ist der Ertrag generell höher als in Grasbeständen, und der Unterschied zwischen mechanischem Mulchschnitt und chemischer Regulation ist geringer (Garibay 1994).

Im Grünroggen hat der Einsatz von Herbiziden ertragsmässig einen geringen Einfluss. Um jedoch eine starke Zunahme des Unkraut-Samenvorrats im Boden zu verhindern, kann das Regulieren des Roggens mit Herbiziden nötig sein (Ammon *et al.*, 1995).

Die Streifenfrässaat von Mais hat innerhalb weniger Jahre ein grosses Interesse in der Wissenschaft und vor allem in der Praxis gefunden. In der Schweiz waren 1995 rund 20 Frässaatgeräte im Einsatz und die Maiswiesenfläche liegt bei etwa 2000 Hektaren. Dieses umweltfreundliche Anbauverfahren hat die ersten Schritte in der Praxis bestanden und sollte in Zukunft an Bedeutung gewinnen, insbesondere wo es gilt Bodenerosion zu verhindern. Wesentliche Zusammenhänge, die in Verbindung mit der Stickstoffversorgung stehen und die von der Vorfrucht, der Wirksamkeit und dem Zeitpunkt der Regulation der Grünbedeckung abhängen, bedingen noch weitere Abklärungen. Ebenso ist der Zeitpunkt der Düngung für Frässaaten noch genauer zu untersuchen.

LITERATUR

Ammon H.U., Bohren C. und Anken T., 1990. Breitband-Frässaat von Mais in Wiesen und Gründüngungsbestände mit Mulch-Schnitt zwischen den Reihen. *Z. PflKrankh. PflSchutz Sonderh.* XII, 229-235.

Ammon H.U., 1993. Von der Unkrautbekämpfung zur Regulation der Grünbedeckung. *Landwirtschaft Schweiz* 6 (11-12), 649-660.

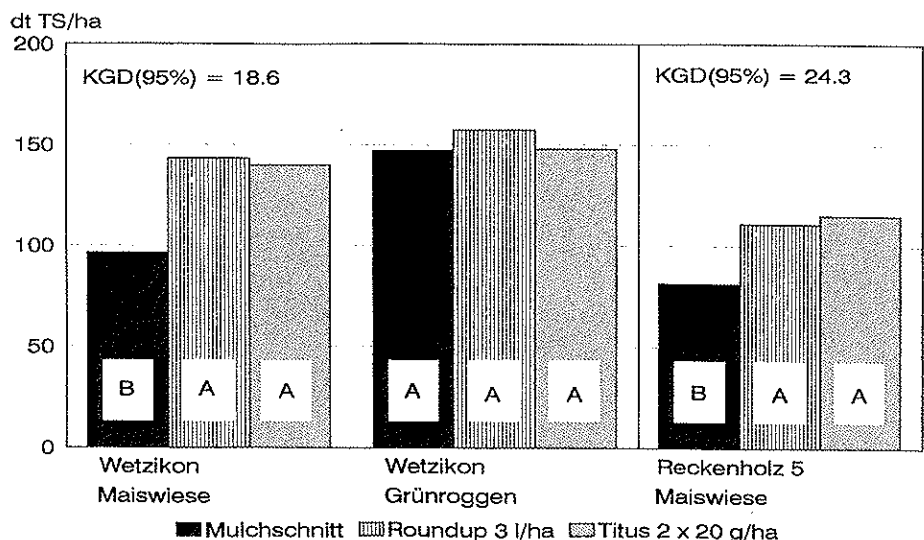


Abb. 4. Silomaissertrag bei Streifenfrässaat in Maiswiese und Grünschnittroggen bei drei verschiedenen Regulationsmassnahmen der Grünbedeckung (1991). Wetzikon: einjährige Kleeegrasmischung, Reckenholz 5: Naturwiese (im zweiten Jahr mit Streifenfrässaat).

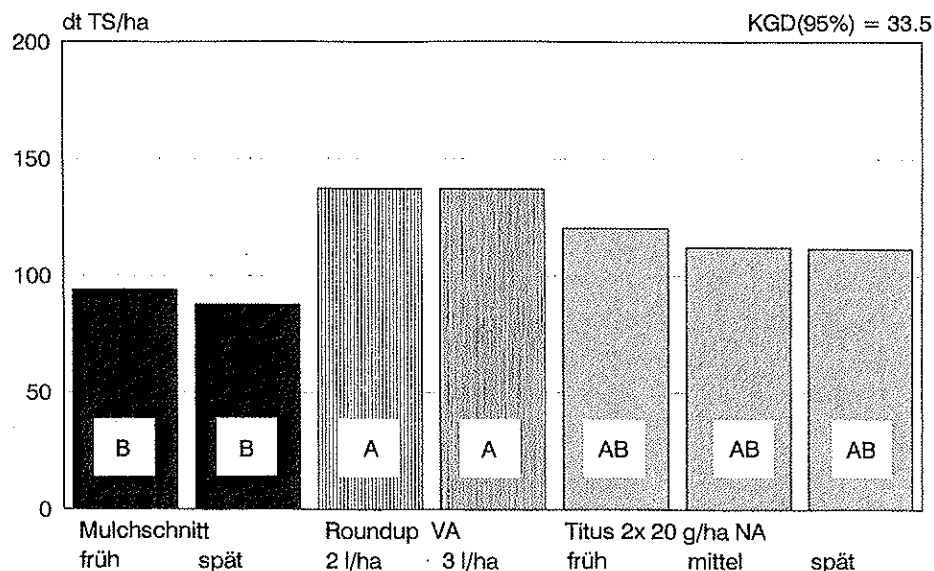


Abb. 5. Einfluss des Regulationszeitpunktes auf den Ertrag von Silomais bei Streifenfrässaat in Wiese mit chemischer und mechanischer Regulation der Grünbedeckung in Reckenholz 7 (Altwy, 1991).

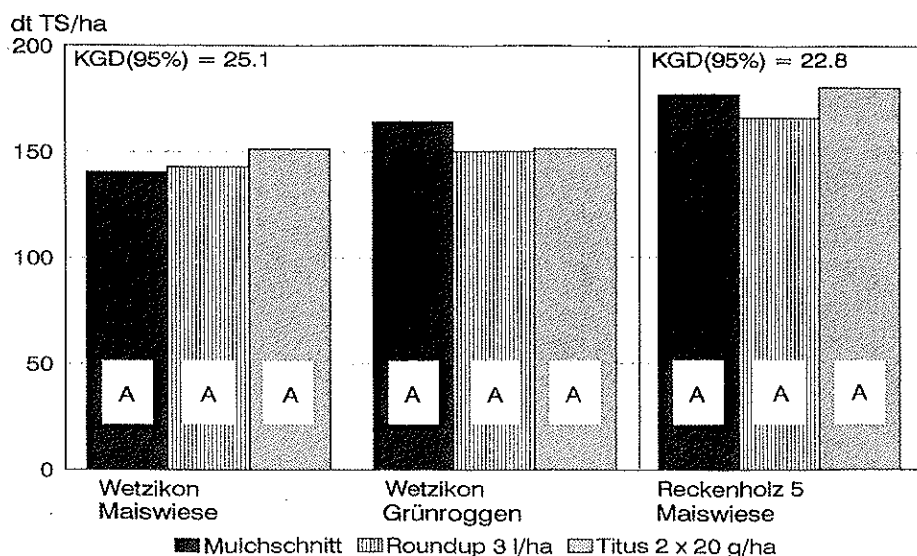


Abb. 6. Silomaissertrag bei Streifenfrässaat in Maiswiese und Grünschnittroggen bei drei verschiedenen Regulationsmassnahmen der Grünbedeckung (1992). Wetzikon: einjährige Kleeegrasmischung, Reckenholz 5: Naturwiese (im dritten Jahr mit Streifenfrässaat).

dt TS/ha

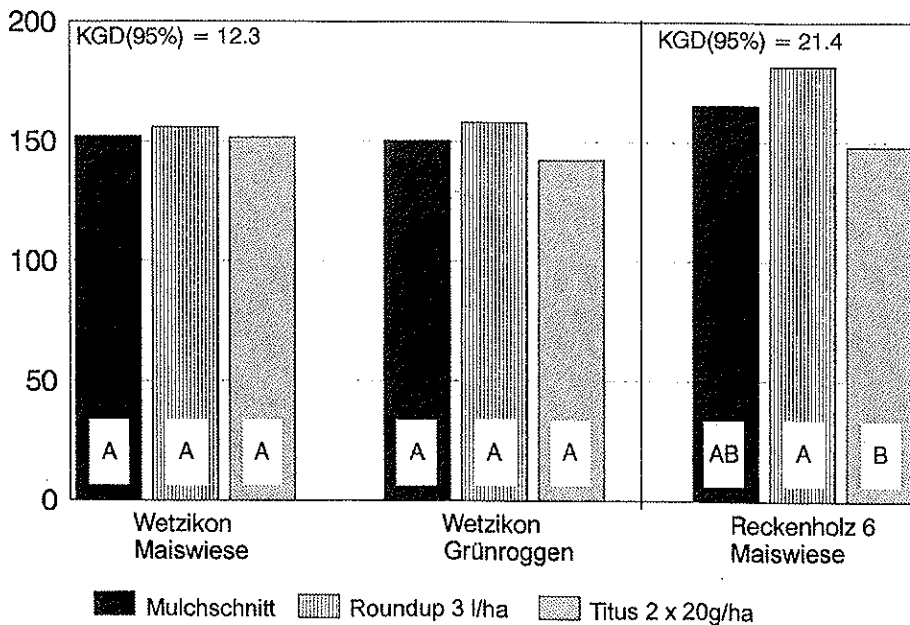


Abb. 7. Silomaissertrag bei Streifenfräsaat in Maiswiese und Grünchnittroggen bei drei verschiedenen Regulationsmassnahmen der Grünbedeckung in Reckenholz 6 (Rainacher, 1993).

Ammon H.U., Mayor J.P. und Scherrer C., 1995. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Unkrautentwicklung und Bodenbedeckung. *Agrarforschung* 2 (9), 369-372.

Anken T., Ammann H., Ammon H. U., Bohren Chr., Mouchet P. A., Stauffer W. und Sturny W., 1994. Maisanbau à la carte. *UFA-Revue* 3, 19-22.

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

Diez Th., Kreitmayer J. und Weigelt H., 1988. Erosionsschutzmassnahmen im Mais- und Zuckerrübenanbau. Sonderdruck aus dlz.

Garibay S., 1994. Maisfräsaat in Gras- und Kleebeständen. Proc. 13. Tagung über Unkrautbekämpfung im Feldbau, 34-35.

Rüegg W., 1994. Verfügbarkeit von Stickstoff bei Mulchsaat in abgestorbene Zwischenfruchtbestände. Diss. ETH No. 10708.

RÉSUMÉ

Rendements de différents systèmes de culture du maïs

Quatre systèmes de culture du maïs ont été comparés entre 1990 et 1993: 1. Système traditionnel (labour en automne, traitement herbicide de surface), 2. Système traditionnel avec semis intercalaire, 3. Semis sur bandes fraîsées dans du seigle fourrager, 4. Semis sur bandes fraîsées dans une prairie avec régulation mécanique de l'enherbement entre les lignes du maïs.

La moyenne des rendements des systèmes 1, 2 et 4 se situe au même niveau, si l'on considère comme rendement total la matière sèche du maïs et la coupe des semis intercalaires, tandis que le système 3 obtient un rendement supérieur. Si

nous prenons en considération uniquement les rendements du maïs, le maïs semé sur bandes fraîsées dans une prairie aboutit à un rendement nettement inférieur. Les conditions particulièrement sèches de l'année 1991 ont eu une très grande influence sur ce résultat. Dans les région à fortes précipitations, ce problème devrait être moins important. Nous avons pu montrer que les

rendements du maïs peuvent être aussi élevés que dans les autres systèmes lorsqu'il est semé sur une bande fraîsée dans une prairie, mais il faut choisir une régulation chimique et non mécanique de l'enherbement.

SUMMARY

Yields of different maize cropping systems

In a four year trial four different maize cropping systems were compared: 1. traditional system (plough and herbicide treatment), 2. traditional system with undersowing of a grass/clover mixture, 3. drilling in a rotovated band of 30 cm width in rye, 4. drilling in a rotovated band of 30 cm width in meadow with mechanical cutting of the regrowth between the maize rows. Considering the maize silage yield including the catch crop, the systems 1, 2 and 4 were equal, whereas the yield of system 3 was higher.

If only the maize silage yields are compared, system 4 shows a distinctly lower yield. This result was greatly influenced by a very dry period in 1991. In regions with a lot of rainfall this problem would be less important. We were able to show that the maize yields in system 4 can be as high as in a traditional system if the meadow between the rows is regulated chemically and not mechanically.

KEY WORDS: maize, cropping systems, cover crop, yield



Abb. 8. Saat von Mais in grüne Pflanzenbestände. Die mechanische Regulation der Begrünung ist in Regionen mit hoher Wasserversorgung möglich. Im Ackerbaugebiet ist eine chemische Regulation zu empfehlen.