

Unkrautentwicklung und Bodenbedeckung

Hans-Ulrich AMMON und Caroline SCHERRER, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Reckenholz (FAP), CH-8046 Zürich
Jean-Philippe MAYOR, Station fédérale de recherches agronomiques de Changins (RAC), CH-1260 Nyon

Die Bodenbedeckung durch Begrünungspflanzen und Unkräuter verlief in den geprüften vier Maisanbausystemen während der vier Versuchsjahre unterschiedlich. Im konventionellen Anbau nach Pflügen und breitflächiger Herbizidanwendung blieben nur einige potentiell Triazin-resistente Unkrautarten übrig. Mit Hacken und Untersaat blieb der Unkrautbesatz und der Samenvorrat im Boden auf tiefem Niveau konstant. Bei Frössaat in Grünroggen erfolgte eine deutliche Zunahme des Unkrautbesatzes und des Samenvorrates im Boden. In der «Maiswiese» vermindert sich der Besatz typischer einjähriger Maisunkräuter kontinuierlich. Die ökologische Bewertung der Anbauverfahren bezüglich Unkrautentwicklung und Bodenbedeckung nimmt in der Reihenfolge Konventionell, Untersaat, Roggen, Wiese zu.

Die Entwicklung der Unkräuter in den vier Anbausystemen (beschrieben in Bigler *et al.* 1995) verlief im Laufe der vier Versuchsjahre erwartungsgemäss stark unterschiedlich. Die Begrünung in Mais durch Untersaaten und vor allem durch Klee-grasbestände, verringert die Entwicklung der üblichen Maisunkrautflora.

Jährlich wurden erhoben:

- Bodenbedeckung durch Unkraut und/oder Begrünungspflanzen geschätzt in % im Laufe der Vegetationszeit (unmittelbare Bedeckung des Bodens, ohne Berücksichtigung der Maispflanzen) (Abb. 1)
- Anzahl der im Maisbau wichtigsten Unkrautarten im Erntezeitpunkt (Abb. 2)
- Samenzahl im Boden im Frühjahr 1990 und im Frühjahr 1994 (Methode: J.P. Mayor) (Abb. 3)
- Trockensubstanz-Gehalt der Bodenbegrünung (Unkraut und Bodenbedeckerpflanzen) (je 4 x 1 m²/Parzelle oberflächlich geschnitten) (Abb. 4)

Anbau nach Pflug mit chemischer Unkrautbekämpfung

Die Unkrautentwicklung ist im konventionellen Anbauverfahren nach Pflügen am besten verständlich, weil es sich um ein gewohntes Verfahren handelt.

Die im ersten Versuchsjahr verwendeten Herbizide Atrazin + Alachlor erwiesen sich, besonders gegen Hirsearten und Vielsamigen Gänsefuss (*Chenopodium polyspermum*), als zu wenig wirksam. Bereits im ersten Jahr wurden atrazinresi-

stente Arten wie Weisser Gänsefuss (*Chenopodium album*) und Amarant festgestellt. Der Wechsel auf die Wirkstoffkombination Atrazin + Metolachlor im 2. Jahr und zusätzlich Pendimethalin im 3. Jahr führte zu besserer Wirkung gegen potentiell atrazinresistente Arten (Abb. 2). Der Unkraut-Samenvorrat blieb über die drei Jahre, mit geringen Artenverschiebungen, weitgehend konstant (Abb. 3).

Hacken mit Untersaat unterdrückt Unkraut langfristig

Beim Verfahren «Untersaat» basiert die Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen auf der zweimaligen Hackarbeit, ursprünglich mit den älteren Scharhackgeräten später mit den wirksameren Rollhackgeräten sowie auf der Unterdrückungswirkung der Untersaat. Die Entwicklung der Untersaatmischung bezüglich Bodenbedeckung und TS-Ertrag (Abb. 1 und 4) blieb unter den Erwartungen, trotzdem ermöglichten sie zum Beispiel 1993 eine beachtliche Unkrautunterdrückung (Abb. 1, 2 und 3). Nach neueren Ergebnissen ist unter den im Reckenholz üblichen Niederschlägen eine Untersaat mit Knautgras + Weissklee (*Dactylis glomerata*) besser geeignet als die verwendete Raigras-Mischung (Ammon und Scherrer 1994). Die ursprünglich von den Untersaaten erhoffte Erosionshemmung während der Maiskultur ist bescheiden und erreicht die dazu geforderten 30 % Bodenbedeckung spät oder kaum. Wenn die Untersaat nicht oder

erst im folgenden Frühjahr untergepflügt wird, kann sie sich im Herbst nach der Maisernte und im Frühjahr (Abb. 1, 1993) weiterentwickeln. Sie bietet dann im Winter einen Boden- und Nitratauswaschungsschutz, eine Zielsetzung, die heute mit neuen Untersaatmischungen im Vordergrund steht.

Die Unkrautregulation im Verfahren «Untersaat» ist, entgegen der landläufigen Meinung, auch längerfristig genügend. Trotz der relativ hohen Anzahl Unkrautpflanzen am Ende der Vegetationszeit führte dies im Laufe der Vegetation nur zu einer geringen Bodenbedeckung. Die Untersaat hat die Unkrautentwicklung, je nach Jahr, unterschiedlich stark konkurrenziert. Das bestätigt auch der Samenvorrat im Boden (Abb. 3), der im Vergleich zu «Konventionell» etwa auf gleichem Niveau blieb. Der Herbizideinsatz beschränkte sich auf rund 1/3 der Flächen, das bedeutet eine Reduktion gegenüber «Konventionell» von rund 60 %. Die Unkrautartenvielfalt ist grösser als in «Konventionell», das heisst die Selektion auf einzelne, meist resistente Arten ist geringer.

Unkrautsamen in Grünroggen hoch

Roggen ist die einzige Zwischenkultur, welche nach der Maisernte erfolgreich zur Winterbegrünung als Nitratschutz angebaut werden kann. Roggen treibt nach dem Schnitt Ende April vor der Maissaat nochmals aus. Der Wiederaustrieb ist gering (Abb. 1 und 4), doch der Mais kann noch konkurrenziert werden und der Roggen hierbei zur Samenreife gelangen. Ein zusätzliches Mulchen zwischen den Maisreihen bringt den Roggen zum Absterben. Die oberflächliche Mulchauflage bietet zusammen mit den Stoppeln einen vollen Erosionsschutz (Abb. 1). Die Erwartung, dass der tote Mulch die Unkrautkeimung genügend verhindere, erfüllte sich in den Jahren 1990 und 1993, nicht aber 1991 und 1992. Das einmalige Mulchen zwischen den Maisreihen begrenzte die an

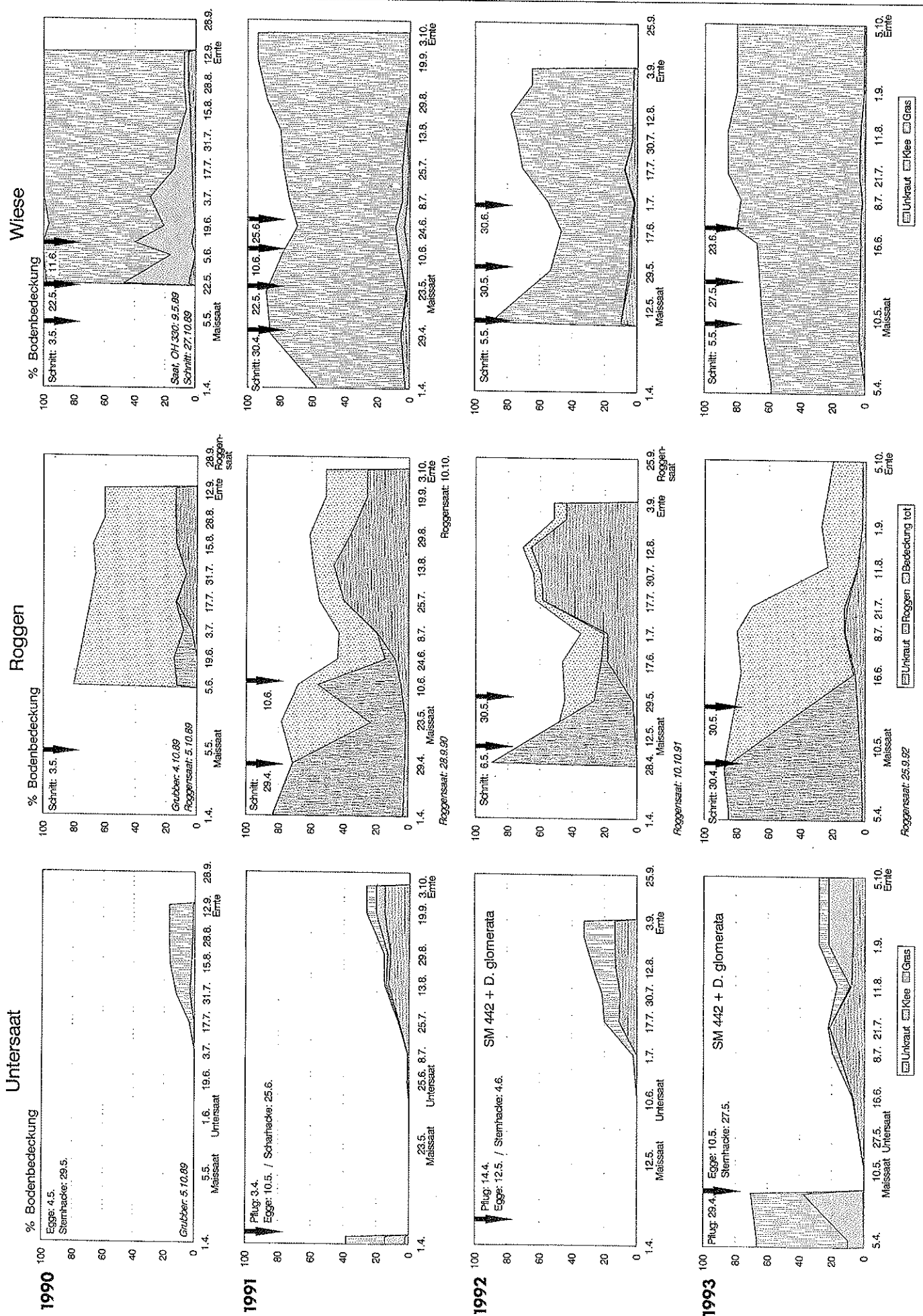


Abb. 1. Bodenbedeckung im Laufe der Vegetationszeit (Konventionell: 0 %; 1992, 93: 1 bis 2 %; nicht dargestellt).

sich zu erwartenden Spätkeimer wie Amaranth, Schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigrum*) und Franzosenkraut (*Galinsoga ciliata*). Hirsearten sind generell wenig schnittempfindlich (Rasenunkräuter!) (Abb. 2). Unerwartet stark hat der Vielsamige Gänsefuss (*Chenopodium polyspermum*) auch im Samenvorrat des Bodens zugenommen: Sowohl in den oberen als auch in den tieferen Bodenschichten wurden im Grünroggen-Verfahren die höchsten Samenzahlen festgestellt (Abb. 3). Für die Praxis geeignet, erwies sich bei Frässaaten in Roggen eine Behandlung mit Herbiziden in geringen Aufwandsmengen (Anken *et al.* 1994). Der abgestorbene Pflanzenmulch bietet einen guten Erosionsschutz. Das oberflächlich liegende oder eingearbeitete organische Material mineralisiert aber zu spät für die rechtzeitige N-Versorgung von Mais. Nach der Maisernte wird der Boden durch spontan auflaufende Unkräuter bedeckt, im Gegensatz zu Untersaaten oder Wiesen mit kontrollierter Begrünung.

Kaum Unkräuter in der Maiswiese

In der klassischen Form der Maiswiese - lediglich mit Herbizidbehandlung in Frästreifen, zwischen den Reihen zwei- bis dreimaliges Mulchen - hatte die einjährige Mais-Unkrautflora mit Ausnahme einiger Hirsepflanzen keine Entwicklungsmöglichkeit. Dies obschon im Ausgangsjahr der Samenvorrat durchaus einer Ackerflora entsprach (Abb. 2 und 3). Der pfluglose Anbau konservierte im Unterboden die ursprünglichen Samen; an der Oberfläche entwickelte sich eine mehr und mehr lückig werdende Wiese mit mehrheitlich einjährigem Rispengras (*Poa annua*) (Abb. 3). Im Laufe der Jahre sank daher der Ertrag des Wiesenschnittes vor der Maisaat (Abb. 4). Dies steht im Gegensatz zu Praxiserfahrungen mit langjährigen Maiswiesen im Ursprungsgebiet im Zürcher Oberland, die im ersten Schnitt weitgehend ertragsstabil sind. In den dortigen, für die Maiswiese gewählten, älteren Kunstwiesen oder Naturwiesen ist neben Weissklee insbesondere Gemeines Rispengras (*Poa trivialis*) stark vertreten. Diese Art kann sich unter Mais halten und sich vor dem erneuten Maisanbau besser entwickeln als die hier angesäten, eher spätreifen Arten. Das Fehlen von Klee ist auch für den Maisertrag ungünstig; Nach Garibay (1995) kann Klee im Vergleich zu

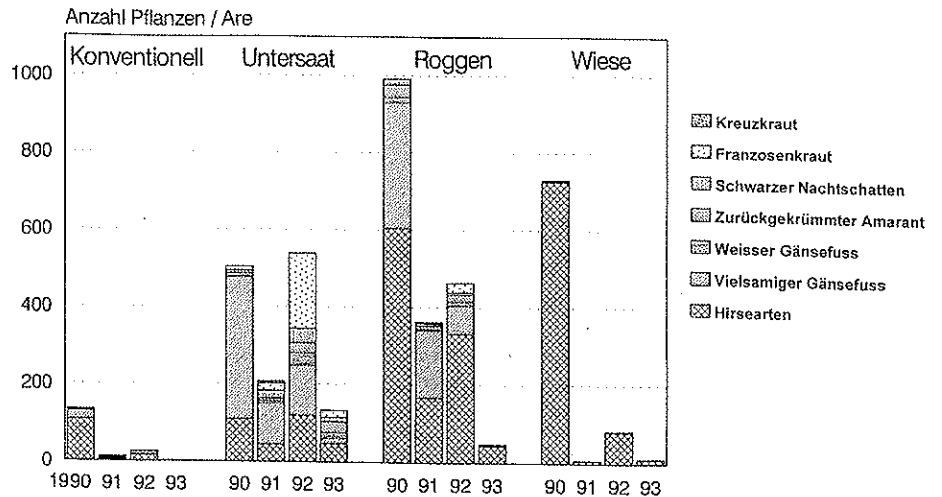


Abb. 2. Anzahl ausgewählter Unkräuter in mehrjährigem Maisanbau im Erntezeitpunkt.

Gras als Vorfrucht die N-Versorgung des Mais wesentlich verbessern. In Wiese ist das Zusammenspiel von Maisentwicklung und Begrünungsflora besonders ausgeprägt: Ein guter Start des Mais unterdrückt die Begrünungspflanzen während der kritischen Phase (z.B. 1992). Bei schlechten Startbedingungen wird der Mais von den sich stärker entwickelnden Begrünungspflanzen (Abb. 1 und 4) konkurrenziert, und besonders bei fehlenden Niederschlägen in den Sommermonaten wie 1991 kann ein überproportionaler Ertragsausfall resultieren. Unter den am Reckenholz herrschenden Niederschlagsbedingungen ist die klassische Maiswiese mit ausschliesslich mulchen nicht standortgerecht, eine Regulation mit Herbiziden wäre ertragssicherer (Ammon *et al.* 1992). Mit Ausnahme von 1991 hat sich

die Ertragshöhe jedoch unerwartet gut gehalten. Die Maiswiese ist vor allem aus ökologischen Gründen zu propagieren: Schutz vor Nitratverlusten, Erosion, Oberflächen-Wasserabfluss, Herbizid- und Nährstoffbelastung in Grund- und Oberflächengewässer (Rüegg 1994; Rüttimann 1994) sind in der Maiswiese umfassend und ohne jährliche Neusaaten von Zwischenfrüchten oder Untersaaten gewährt. Von der in mehrjährigem Maisanbau erfahrungsgemäss zu erwartenden Unkrautflora wurde nur im ersten Jahr ein Aufkommen von Hirsearten festgestellt. Diese sind in den folgenden Jahren zunehmend zurückgegangen (Abb. 2). Das Anbauverfahren bietet somit auch Möglichkeiten, um die Herbizidresistenz zu vermindern.

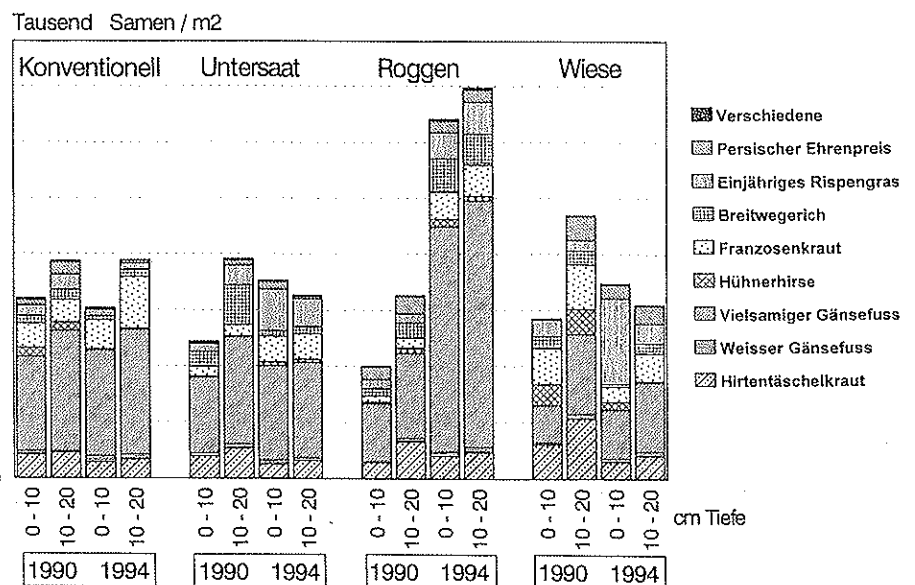


Abb. 3. Veränderung des Samenvorrates im Boden, nach vier Versuchsjahren.

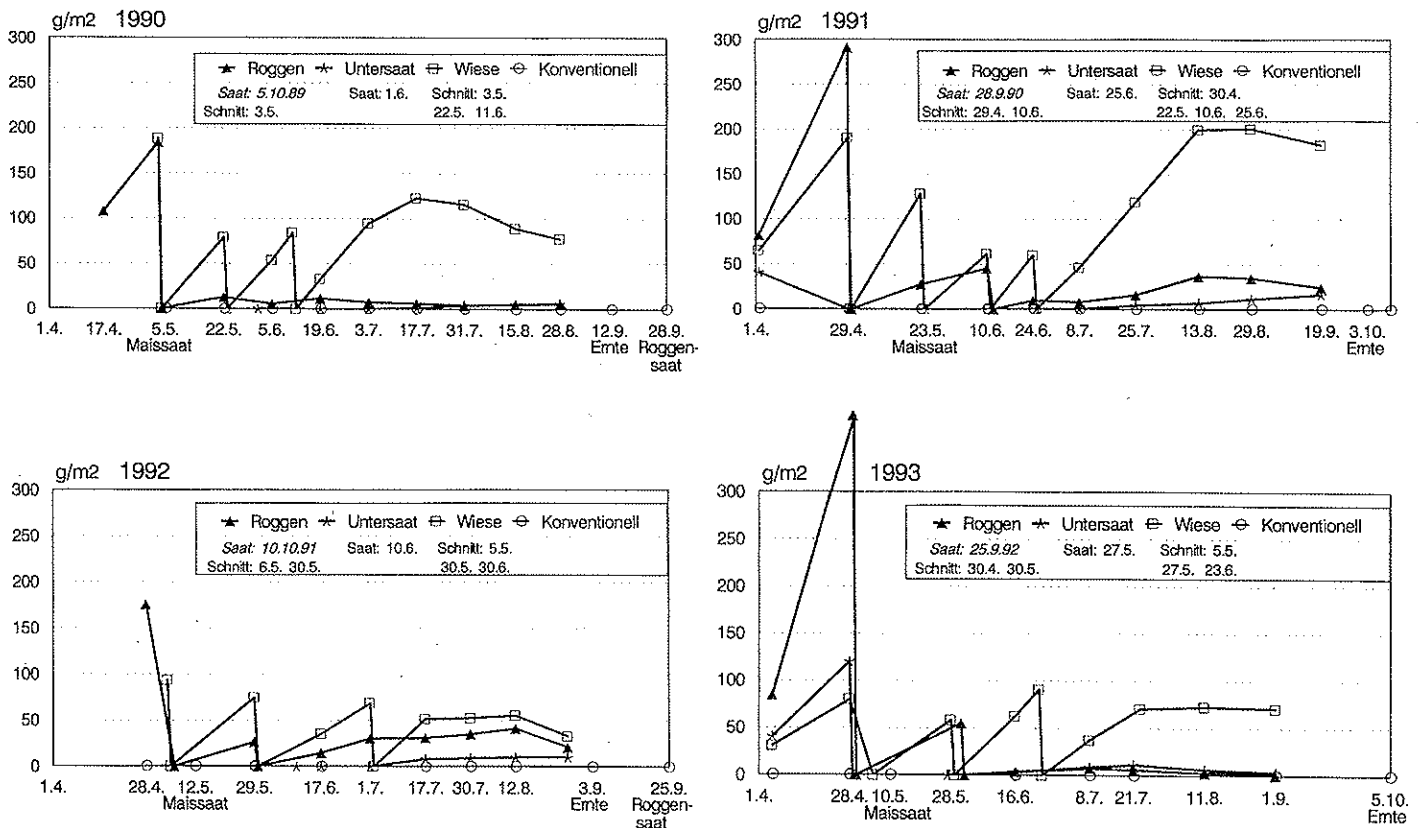


Abb. 4. Trockensubstanz der Bodenbegrünung im Mais.

RÉSUMÉ

Développement des mauvaises herbes et couverture du sol dans quatre systèmes de culture du maïs

Le développement des adventices et la couverture du sol avec des mulch vivants ont été différents dans les quatre systèmes culturaux concernés. Dans le procédé conventionnel, labouré avec une charrue et désherbé chimiquement, des adventices, potentiellement résistantes aux triazines, se sont maintenues. Le procédé sarclé avec semis intercalaire de graminées et de trèfle a permis une bonne maîtrise des adventices.

Le procédé dans lequel le maïs a été semé sur une bande fraisée dans un seigle vert et où un herbicide a été appliqué en bande alors que l'interligne a été broyé une fois, présente une infestation importante par les adventices. Toutefois, ce procédé a permis le blocage des nitrates avant la levée du maïs et le contrôle de l'érosion du sol.

Le procédé dans lequel le semis du maïs a été effectué sur des bandes fraisées dans un mélange de graminées et de trèfle, avec coupe de la prairie avant semis du maïs, traitement herbicide localisé sur la ligne, broyage des repousses de la prairie deux à trois fois après le semis du maïs, a considérablement réduit les adventices. La couverture permanente du sol a permis la retenue des nitrates et un contrôle de l'érosion du sol.

SUMMARY

Weed development and ground cover with dead or living mulch in four different maize cropping systems

The development of weeds and the ground cover by living mulch was different in the four cropping systems: In conventionally tilled broadcast, herbicide treated maize some potentially triazine resistant weeds remained.

The system mechanical weed control, underseeded with grass/trifolium, allowed a good weed control.

Rotary band tilled maize in a flail chopped rhye, herbicide as band treatment with a once mulching between the maize rows resulted in a too high weed infestation, but allowed a full nitrate retention before the maize seeding and an erosion control in maize.

Rotary band tilling in a Trifolium/grass sward with 2 to 3 mulching procedures between the maize reduced the maize-weedflora. The permanent living mulch allows an allover nitrate retention and a full erosion control.

KEY WORDS: weed control, nitrate retention, erosion control, maize cropping

LITERATUR

Ammon H.U., Bohren Ch. und Anken Th., 1992. Bandfrässaat von Mais in grüne Pflanzenbestände mit mechanischer und chemischer Regulation der

Grünbedeckung. *Z.PflKrankh. PflSchutz*, Sonderheft XIII, 647-656.

Ammon H.U. und Scherrer C., 1994. Neue Untersaatmischungen in Mais. *Agrarforschung* 1 (10), 460-463.

Anken Th., Ammann H., Ammon H.U., Bohren Ch., Mouchet P.A., Stauffer W. und Sturny W., 1994. Maisanbau à la carte. Merkblatt LBL.

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

Garibay S., 1995. The use of dead or living mulch and its suppression with herbicides. In: Ammon H.U., S. Garibay und Ch. Bohren, 1995. Proc. 9th EWRS Symp. 1995.

Rüegg W., 1994. Verfügbarkeit von Stickstoff für Silomais bei Mulchsaat in abgestorbene Zwischenfruchtbestände. Diss. ETH Nr. 10708, 1-149.

Rüttimann J., 1994. Atrazin-Verluste durch Abschwemmung und Bodenerosion in Maismulchsaaten. Proc. Arbeitstagung Ciba, Basel 1994.