

Verfahren zur Reduzierung des Aufwandes an chemischen Pflanzenschutzmitteln in der Pflanzenproduktion - eine betriebstechnische Analyse -

RAINER H. BILLER

Institut für Betriebstechnik

1 Problemstellung

In der pflanzlichen Produktion hat die Unkrautbekämpfung heute und auch zukünftig einen hohen Stellenwert. Allerdings erfordern zum einen ökonomische Zwänge und zum anderen vor allem ökologische Forderungen ein kritisches Überdenken der heutigen Unkrautbekämpfung. Hatte sich in jüngerer Vergangenheit weitestgehend die chemische Unkrautbekämpfung durchgesetzt und herkömmliche mechanische Verfahren verdrängt, so erfordern heute Umwelt-, Boden- und Gewässerschutz ein Umdenken. Dies bedeutet nicht nur eine Renaissance für die mechanische Unkrautbekämpfung, sondern auch die Einbeziehung alternativer biologischer und physikalischer Verfahren sowie die verstärkte Berücksichtigung ackerbaulicher Möglichkeiten (Fruchtfolge, Aussaat, Bodenbearbeitung und Ernte). Dennoch wird die chemische Unkrautbekämpfung ihren Stellenwert behalten.

Wie Untersuchungen (Hildebrandt et al., 1990) ergaben, hat sich der Aufwand an Pflanzenschutzmitteln trotz gesteigener Anwendungshäufigkeit in den letzten 10 Jahren nicht erhöht. Dies zeigt eine gezieltere Anwendung und vor allem auch ein gesteigertes Umweltbewußtsein des Landwirtes. Dazu haben das Schadensschwellenkonzept, gezielte Nachauflaufspritzungen, die Einführung der Bandspritzung bei weitreihigen Feldfrüchten und die Möglichkeit der Spritzdüsenabschaltung bei Flächenspritzung beigetragen. Letzteres wird jedoch nur selten dazu benutzt, um teilflächenspezifisch zu spritzen, sondern dient in erster Linie der Vermeidung von Überlappungen.

Die Resistenzzüchtung mag in der Zukunft einen Beitrag zum reduzierten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln leisten, sollte jedoch nicht zu hoch angesiedelt werden, da noch zu wenig Erfahrung vorliegt (Dambroth, 1993).

Eine weitere Reduzierung des Pflanzenschutzmittelaufwandes kann erreicht werden, indem gezielt auf die Unkrautpflanze oder auf die unkrautbefallene Fläche Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. Dies erfordert zum einen die Erkennung von Unkräutern, verbunden mit einer Beurteilung nach tolerierbaren Schadensschwellen, oberhalb derer eine Behandlung erforderlich ist, um Ertragseinbußen zu vermeiden. Zum anderen ist eine geeignete Technik Voraussetzung, um das Pflanzenschutzmittel gezielt auf das Unkraut zu applizieren, ohne dabei umliegenden Boden oder Nutzpflanzen mehr als notwendig zu treffen. Werden solche Verfahren mit mechanischen Maßnahmen kombiniert, so wäre ein bedeu-

tender Schritt zur Weiterentwicklung umweltgerechter Produktionsverfahren getan.

2 Stand der Forschung

Für eine Bestandsaufnahme der aktuellen Forschung auf dem Gebiet "Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel" wird im folgenden unterschieden zwischen Methoden oder Verfahren zur Kontrolle, zur Bekämpfung und zur Erkennung von Unkräutern bzw. Ungräsern in der Pflanzenproduktion.

2.1 Unkrautkontrolle

Ökonomische wie ökologische Zwänge haben schon seit langem dazu geführt, daß zwar zur Vermeidung von Ertragseinbußen Unkraut chemisch bekämpft wird, auf regelmäßige, prophylaktische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen jedoch weitgehend verzichtet wird (Böttger et al., 1993; Haug et al., 1992). Stattdessen wird das Konzept der "wirtschaftlichen Schadensschwelle" angewandt, das darauf beruht, Unkräuter nur noch dann zu bekämpfen, wenn bestimmte unkrautspezifische Schadensschwellen überschritten und auch die Kosten für die Bekämpfungsmaßnahme gedeckt sind (AID, 1983; Estler, 1991; Wahmhoff et al., 1985). Diese Schadensschwellen sind z. B. bei Getreide jedoch nicht als feststehende Größen zu betrachten, sie werden vielmehr durch eine Vielzahl von Faktoren, wie Bekämpfungskosten, Produktpreise des Erntegutes oder zu erwartender Komertrag, beeinflusst (Bartels et al., 1983).

Zur Feststellung der Verunkrautung wird üblicherweise eine Begehung des Schlags durchgeführt und die Anzahl Unkräuter je Fläche artspezifisch festgestellt (Thurling et al., 1985; Wahmhoff, 1985). Neuere Verfahren verwenden Luftbilder und computergestützte Auswertung, um z. B. Unkrautnester zu erkennen (Bockholt, 1992; Menges et al., 1985). Dies hat zusätzlich den Vorteil, daß auch die Auswirkungen von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf dem Luftbild erkannt werden können. Des weiteren erleichtern Computer-Programme die Entscheidung des Betriebsleiters für oder gegen eine Bekämpfungsmaßnahme (Aarts et al., 1985; Baandrup et al., 1990; Glenz, 1988; Heine, 1992).

2.2 Unkrautbekämpfung

Nach der Feststellung des Unkrautbesatzes erfolgt bei Überschreitung der wirtschaftlichen Schadensschwelle eine ent-

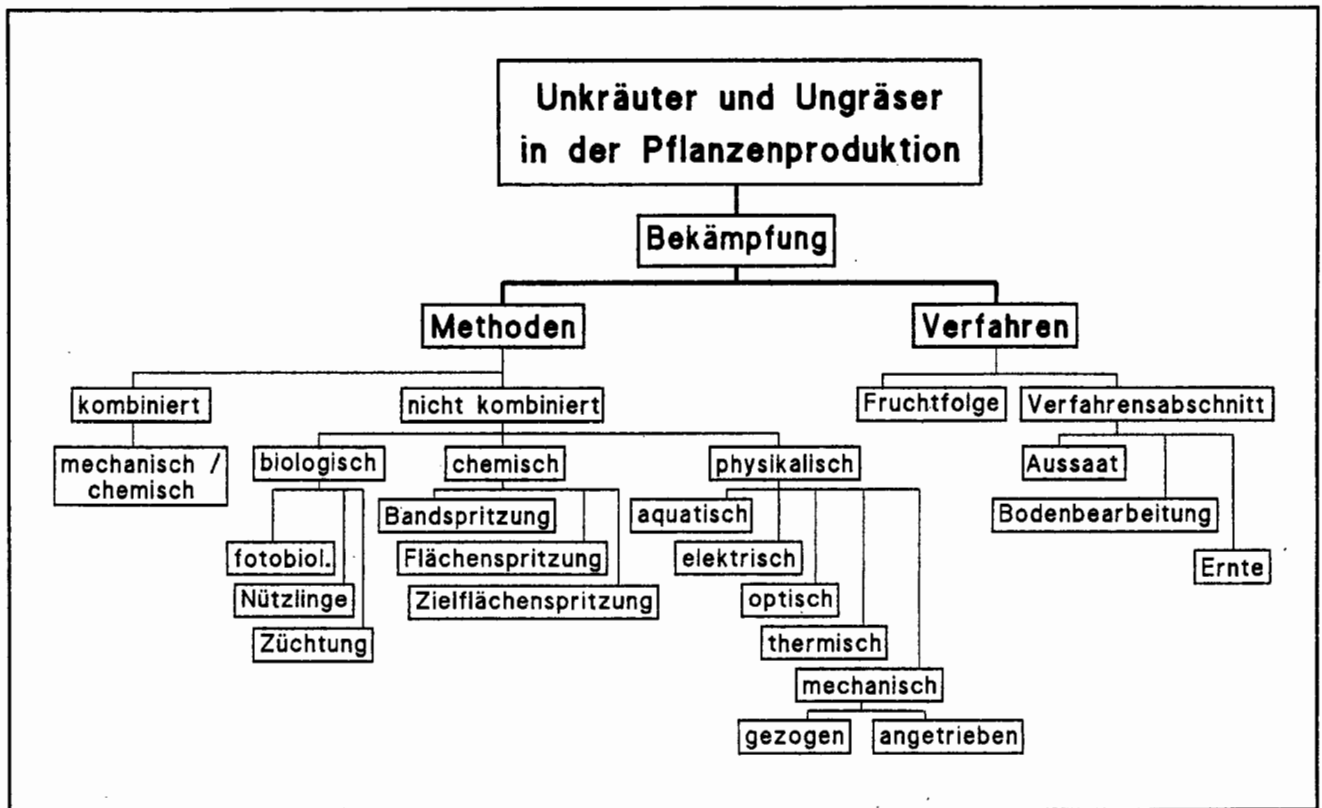


Abbildung 1: Methoden und Verfahren zur Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern in der Pflanzenproduktion

sprechende Bekämpfungsmaßnahme. Diese kann auf die unterschiedlichste Weise durchgeführt werden, Abbildung 1.

Ackerbauliche und pflanzenbauliche Möglichkeiten wie Änderung der Fruchtfolge, Anbau von Zwischenfrüchten oder Einführung konservierender Bodenbearbeitung haben durchaus ihren Platz bei effektiven und umweltgerechten Unkrautregulierungsmaßnahmen und sollten verstärkt angewendet werden (Böttger, 1986; Hintzsche, 1992). Sie können jedoch nicht vollständig konventionelle Maßnahmen der Unkrautbekämpfung ersetzen (Dambroth, 1989; Glemnitz, 1992; Köller, 1991). Vorstellungen, die schon bei der Einführung der Mähdröschler diskutiert wurden (Petzoldt, 1955), wie z. B. bei der Getreideernte Unkrautsamen so zu behandeln, daß sie nicht mehr keimfähig auf den Boden gelangen, werden wieder aktuell diskutiert, sind jedoch noch nicht in die Praxis umgesetzt oder teilweise auch noch nicht zu realisieren (Wacker, 1989).

So hat nach wie vor die direkte Unkrautbekämpfung mit unterschiedlichen Methoden die größere Bedeutung. Obwohl die biologische Unkrautbekämpfung Erfolge versprechen kann, z. B. bei Zuckerrüben durch Züchtung von steilen Blattbeständen, wodurch länger eine mechanische Unkrautbekämpfung möglich ist (Lohuis, 1991), werden vorrangig chemische und physikalische Maßnahmen eingesetzt.

Spezielle physikalische Maßnahmen, wie z. B. elektrische Abtötung (Diprose, 1984), thermische Zerstörung (He-

ge, 1990; Hoffmann, 1983; Kress, 1990) von Unkräutern in weitreihigen Feldfrüchten, oder auch der Einsatz von Infrarotstrahlung (Parish, 1989) oder Mikrowellen (Benz, 1986; Diprose, 1978; Wayland et al., 1973; Wieneke, 1988) haben im Einzelfall ihre Berechtigung. Gegen eine breite Anwendung sprechen jedoch der z. T. erhebliche Aufwand, hohe Kosten, aber auch strenge Sicherheitsauflagen (Hoffmann, 1989). Deshalb werden chemische und mechanische Methoden auch in den nächsten Jahren die Unkrautbekämpfung prägen (Kahnt, 1977; Köller, 1991). Diese Methoden werden nicht mehr isoliert, sondern zunehmend in Kombination angewendet, um den Forderungen nach Umweltschonung mehr Rechnung zu tragen (Estler, 1991).

Bei der mechanischen Unkrautbekämpfung kommen gezogene, abrollende oder zapfwellengetriebene Geräte zum Einsatz (Estler, 1991). Stagnierte längere Zeit die Entwicklung bei Geräten zur mechanischen Unkrautbekämpfung, da die chemische Bekämpfung im Vordergrund stand, so wird heute eine Vielzahl von Geräten und Maschinen angeboten, und eine Weiterentwicklung ist festzustellen (Estler, 1988; Hoffmann, 1991).

Bei der Auswahl der Geräte sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, wie z. B.

- Einsatzbereich (eng- oder weitreihige Feldfrüchte, andere Kulturen),

- Art der Steuerung,
- Bodenverhältnisse, Witterung,
- Wachstumsstadium von Kultur und Unkraut,
- Schlagkraft, Arbeitszeitbedarf,
- Kosten, Investition, Ernteertrag.

Die letztendliche Entscheidung bei der Gerätewahl liegt deshalb beim Betriebsleiter.

Bei der chemischen Unkrautbekämpfung ist zu unterscheiden zwischen Flächenspritzung und Bandspritzung. Bandspritzungen können nur bei weitreihigen Feldfrüchten durchgeführt werden und ermöglichen dort eine Mitteleinsparung von 50 bis 65 % (Dörsch, 1993; Irla, 1988; Köhler, 1993). Flächenspritzungen sind bei engreihigen Feldfrüchten (Getreide, Raps u. a.) noch unumgänglich, werden aber auch bei weitreihigen Feldfrüchten als Zweitspritzung gegen Späterunkrautung angewendet (Kees, 1986).

Zunehmend wird aus Umweltschutzgründen die chemische mit einer mechanischen Unkrautbekämpfung verknüpft. Bei Getreide werden z. B. Striegel oder Eggen mit der Flächenspritzung kombiniert, bei weitreihigen Feldfrüchten (z. B. Mais) bietet sich die Kombination 'Hacken zwischen den Reihen' und 'Bandspritzung' an (Kees et al., 1993; Kuhlmann, 1992). Dabei ist eine Arbeitszeiteinsparung bei der mechanischen Unkrautbekämpfung in Mais möglich, wenn technische Lösungen angeboten werden, um die Verstellung der Werkzeuge von 'Bearbeitung von der Reihe weg' zu 'Bearbeitung zur Reihe hin' reproduzierbar und schnell zu gestalten. Am Institut für Betriebstechnik wird eine solche Lösung untersucht. Die dadurch erzielte Arbeitszeiteinsparung liegt bei etwa 80% im Vergleich zur Werkzeugeinstellung von Hand mit Schraubenschlüssel.

Eine weitere Einsparung an chemischen Spritzmitteln zur Unkrautbekämpfung, die angestrebt werden sollte, ist nur möglich, wenn das Unkraut durch Zielflächenspritzung gezielt behandelt wird. Dies setzt voraus, das Unkraut auf dem Feld zu erkennen.

2.3 Unkrauterkenennung

Die Bedeutung von flächenspezifisch gezielt arbeitenden Unkrautbekämpfungsmaßnahmen ist schon seit langem bekannt, so daß vielerorts an unterschiedlichen Methoden gearbeitet wird. Grundsätzlich ist dabei zwischen Sensoren und Systemen mit Bildverarbeitung zu unterscheiden.

Systeme mit Bildverarbeitung arbeiten z. B. mit Fotoapparat und Infrarotfilm (Kühbauch et al., 1984), wobei die Diapositive auf einen PC zu übertragen sind, oder mit einer Still-Video-Kamera (Georg et al., 1992), bei der direkte Digitalisierung möglich ist. Ebenfalls werden S/W-Kameras und entsprechende Filter (Richardson et al., 1985) und direkte Digitalisierung verwendet oder Farbdias mit einer 3-Röhren-Farbvideo-Kamera aufgenommen und die Bildsignale im roten, grünen und blauen Spektralbereich getrennt digitalisiert, um in weiterer Verarbeitung z. B. Unkrautarten zu erkennen (Petry, 1989).

Über die unterschiedlichen Funktionsprinzipien und Ablaufschemata sowie die Bildbearbeitungs-Software informieren z. B. Georg et al. (1992), Gerhards et al. (1992), Guyer et al. (1984, 1985), Kühbauch (1985), Miller et al. (1956), Nixon et al. (1983) Petry et al. (1988, 1989) und Sapirstein et al. (1987).

Neben den Kosten für Kamera, Bildverarbeitungskarte, PC, Monitor usw., aber auch für Software-Kauf oder -Erstellung haben alle Systeme noch den Nachteil, daß sie aufgrund des Zeitbedarfes für die Bildbearbeitung noch nicht für einen online-Betrieb auf dem Ackerschlepper im breiten Einsatz in der Pflanzenproduktion geeignet sind. Es ist sicher möglich, dies in absehbarer Zukunft verbessern. Für bestimmte Anwendungsfälle stehen diese Systeme in Konkurrenz zu solchen, die mit Sensoren arbeiten und sowohl schneller als auch preiswerter sind.

Bisher untersuchte Sensoren zur Unkrauterkenennung arbeiten nach elektrischen, mechanischen oder optischen Prinzipien. So können bei weitreihigen Feldfrüchten z. B. über mechanische Taster elektrische Impulse abgegeben werden. Bei unterschiedlichem Wachstum von Nutzpflanze und Unkraut kann aus der Impulszahl auf die Nutzpflanze geschlossen werden. Andere Systeme arbeiten mit ultravioletten oder infraroten Lichtsensoren und unterscheiden unterschiedliche Lichttraster von Nutzpflanze und Unkraut in einem bestimmten Ausschnitt aus dem Anwendungsbereich. Oder sie verwenden photoelektrische Zellen und Infrarotstrahlen in Kombination mit dem regelmäßigen Impuls der weitreihigen Feldfrüchte und dem unregelmäßigen Impuls des unregelmäßig wachsenden Unkrauts (Lohuis, 1991). Letztere Methode erfordert jedoch Präzisionssämaschinen, da die Nutzpflanzen möglichst regelmäßigen Abstand voneinander haben sollten.

Einen vielversprechenden Ansatz bieten optische Sensoren, die sich die Tatsache zunutze machen, daß grüne Pflanzen sich bezüglich der Reflexion von Tageslicht anders verhalten als Boden oder abgestorbene Pflanzenreste. Im Bereich des roten sichtbaren Lichtes (600 bis 700 nm) wird durch das Chlorophyll die Strahlung stark absorbiert und im nahinfraroten Bereich (750 bis 1000 nm) stark reflektiert (z. B. Billings, 1951; Pearson et al., 1976; Tucker, 1977 und 1979). Die Reflexion von Boden oder abgestorbenen Pflanzenresten ist über den gesamten Bereich relativ gleichmäßig ansteigend, Abbildung 2.

Dieses schon sehr lange bekannte unterschiedliche Reflexionsverhalten kann benutzt werden, Unkraut zu erkennen, wenn es vor dem Auflaufen der Nutzpflanzen angewendet wird (Hagggar et al., 1983 und 1984).

3 Erkenntnisbedarf und notwendige Entscheidungshilfen

Aus dem aktuellen Stand von Methoden und Verfahren zur Unkrautbekämpfung und Unkrautregulierung ist abzuleiten, daß eine weitere Reduzierung des Aufwandes an Pflanzenschutzmitteln in der Pflanzenproduktion nur dann möglich

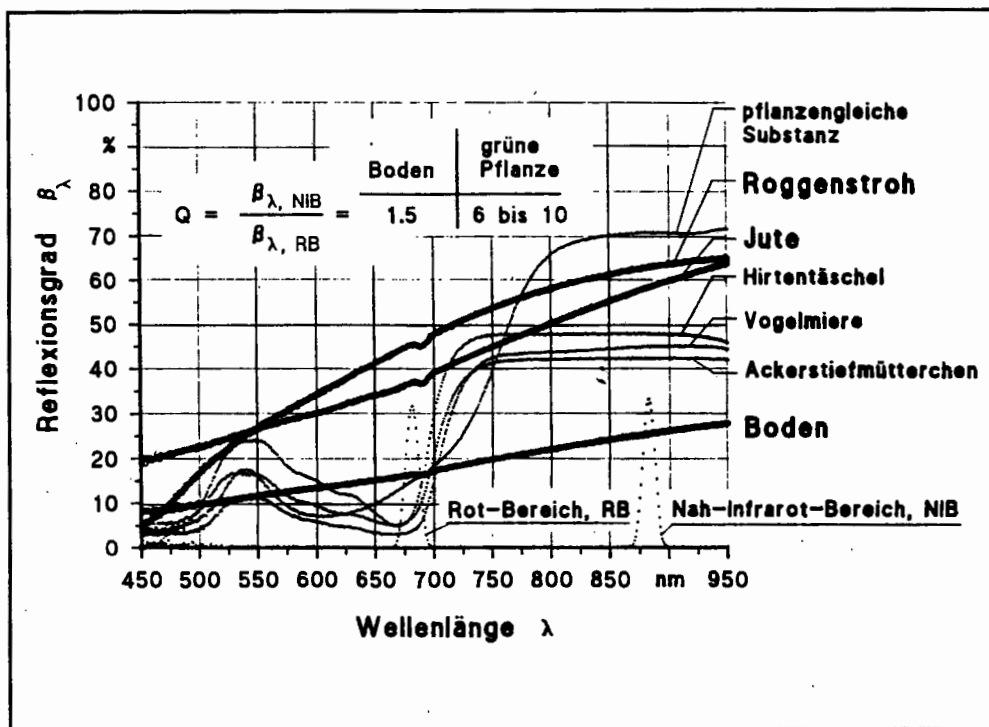


Abbildung 2: Reflexionsgrad von Pflanzen und Boden in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichtes

ist, wenn mechanische Unkrautbekämpfung verstärkt angewendet und chemische Mittel gezielt und unkrautspezifisch eingesetzt werden.

Voraussetzung für eine effektive und ökologisch vertretbare Unkrautbekämpfungsmaßnahme ist eine gesicherte Schadensfeststellung. Diese wird zunehmend unter Einsatz von Computerprogrammen mit entsprechenden Entscheidungshilfen durchgeführt (Baandrup et al., 1989; Fischer et al., 1992; Gerowitt, 1992; Kropff et al., 1991; Stigliani et al., 1993). Auch bildanalytische Verfahren können hier zum Einsatz kommen (Kühbauch et al., 1984). Der nächste Schritt, die Unkrautkartierung, wurde schon vor Jahren eingesetzt (Hilbig et al., 1985; Niemann, 1985, 1986) und mit Computerunterstützung fortentwickelt (Brown et al., 1990; Nordmeyer et al., 1992). Damit ist eine teilflächenspezifische Behandlung von Unkrautnestern bei Einsatz einer entsprechend steuerbaren Pflanzenschutzspritze möglich (Miller et al., 1991). Durch den Einsatz von GPS (Global Positioning System/Satellitengestütztes Ortungs-/Navigations-System) läßt sich eine Unkrautkartierung und anschließende Behandlungsmaßnahme bis auf ± 1 m genau durchführen (Auernhammer, 1989). Der notwendige Erkenntnisbedarf kann nur durch Praxisversuche mit der schon vorhandenen funktionssicheren Technik gedeckt werden.

Für eine Unkrautkartierung kann auch das unterschiedliche Reflexionsverhalten im roten und nah-infraroten Spektralbereich genutzt werden (Christensen, 1993; Christensen et al., 1994). Allerdings sind für die Erkennung von kleinen Unkrautpflanzen kleine Sensor-Sichtfenster erfor-

derlich und deshalb eine große Anzahl von Messungen. Auch kann nicht die Anzahl der Unkräuter im Sichtfenster festgestellt werden, da der Sensor auf die gesamte Blattfläche reagiert. An einer Verfeinerung dieser Methode wird gearbeitet. Weitere Möglichkeiten für eine Unkrautkartierung bietet die Auswertung von Luftaufnahmen (Thornton et al., 1990).

Bei der Unkrautbekämpfung durch biologische Maßnahmen verspricht die Gentechnik Resistenz der Pflanzen gegenüber neuen umweltfreundlicheren Unkrautbekämpfungsmitteln, die zudem effektiver sind (Oleson, 1993; Anonym, 1994). Zur Bestätigung dieser Vorteile sind Freilandversuche notwendig, die

auch in Deutschland unumgänglich sein werden (Kesten, 1993).

Photobiologische Maßnahmen, wie die Durchführung von Bodenbearbeitungsmaßnahmen bei Nacht, um den Keimungsanreiz für die Unkrautsamen durch fehlendes Tageslicht zu unterdrücken, werden seit einigen Jahren geprüft (Hartmann et al., 1990; Jensen, 1992), bedürfen jedoch noch der eingehenden Untersuchung, sowohl was die Wirkung auf unterschiedliche Unkrautarten als auch die optimale Arbeitsdurchführung betrifft (Hartmann et al., 1990).

Die Wirkung acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Unkrautentwicklung wird langfristig einen Beitrag zur weiteren Umweltschonung in der Pflanzenproduktion liefern (Gerdes, 1990; Glemnitz, 1992; Hintzsche, 1990; Vecchio et al., 1993). Auf begleitende Maßnahmen mechanischer und chemischer Art zur Unkrautbekämpfung kann jedoch nicht verzichtet werden (Bartels, 1988; Meiner, 1989).

Mechanische Bekämpfung von Unkräutern gewinnt zunehmend an Bedeutung durch verstärkte Pflanzenschutzauflagen und Verbot von preisgünstigen wirksamen Pflanzenschutzmitteln, vor allem für den Maisanbau (Huber, 1990, 1992). Sie ist jedoch kein Ersatz für die chemische Unkrautbekämpfung (Balsari et al., 1993). Bei weitreihigen Kulturarten bietet die Kombination von Bandspritzung und mechanischer Bekämpfung ein gutes Einsparungspotential für Spritzmittel (Kuhlmann, 1993). Für die mechanische Bekämpfung in diesen Fruchtarten sind neue Denkansätze zu berücksichtigen

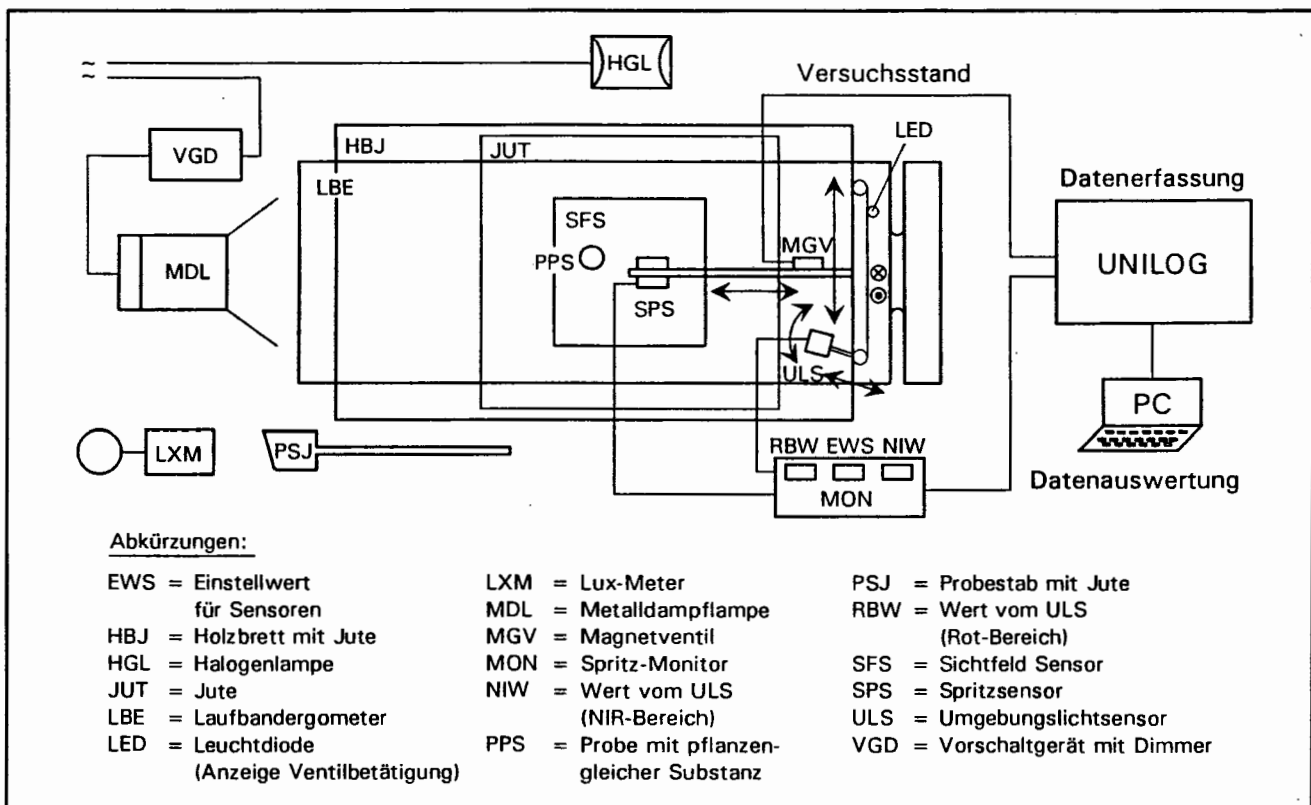


Abbildung 3: Versuchsstand mit Simulation von Tageslicht, Boden und Pflanze

(Bareiß, 1991; Lohuis, 1991), auch wenn die dafür erforderlichen Sä- oder Pflanzmaschinen u. U. verbessert werden müssen.

Die chemische Bekämpfung erfordert aufwendige Beobachtung des Bestandes und des auftretenden Unkrautes und kann dann mit reduzierten Aufwandmengen und gezielten Spritzfolgen durchgeführt werden (Bartels, 1990; Beer, 1985; Betz, 1990; Schlüter, 1989). Über die Einsparung von Pflanzenschutzmitteln durch Bandspritzung bei weitreihigen Fruchtarten, durch Unkrautkartierung und durch gezielte Teilflächenspritzung hinaus ist eine weitere Einsparung nur durch Unkrauterkenntnis und Zielflächenspritzung möglich.

Für eine Unkrauterkenntnis bieten die Bildverarbeitung und der Einsatz optischer Sensoren die besten Möglichkeiten (Searcy et al., 1989; Thompson et al., 1991). Aufgrund des Zeitbedarfs und des Kostenaufwandes der Systeme mit Bildverarbeitung scheinen optische Sensoren für den on-line-Einsatz eher einsetzbar. Die Brauchbarkeit auf konservierend bearbeiteten Flächen, auf denen nicht oder noch nicht Nutzpflanzen stehen, ist gegeben (Felton, 1992; Korte, 1989; Schmuck, 1992). Der weitergehende Einsatz ist noch zu untersuchen.

4 Hypothesen für betriebstechnische Untersuchungen

Betriebstechnische Forschung zielt in erster Linie auf die Entwicklung, Verbesserung und Bewertung von Produktionsverfahren oder Teilen derselben ab. Für die Erprobung von

Verfahren zur Unkrautbekämpfung unter dem Gesichtspunkt 'Einsparung von Spritzmitteln' sollen möglichst schon vorhandene Systeme eingesetzt und erprobt werden.

Aufgrund des Stands der Forschung zeichnet sich zur Zeit eine Methode ab, mit der es möglich ist, die o. g. Aufgabe mit gewissen Einschränkungen zu erfüllen. Sie verwendet optische Sensoren zur Pflanzenerkenntnis und eine Pflanzenschutzspritze, bei der die Spritzdüsen getrennt betätigt werden können. Das Institut für Betriebstechnik erprobt sein 1993 ein solches System mit optischen Sensoren (Sommer et al., 1993). Der Einsatz erfolgt zum einen auf einem Versuchsstand und zum anderen in der Praxis. Auf dem Versuchsstand (Abbildung 3) sind durch Simulation von Tageslicht, Boden und Pflanze kontrollierbare Bedingungen geschaffen worden.

Die Simulation von Pflanzen ist durch Verwendung einer Substanz möglich, welche das gleiche Reflexionsverhalten hat wie lebende Pflanzen (Abbildung 2). Unter diesen konstanten Bedingungen wird zur Zeit das Systemverhalten getestet. Dabei stehen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Hysterese des Systems, Reproduzierbarkeit,
- Probengröße, -form, -anordnung und -abstand,
- Probenstückelung bei gleicher Fläche,
- Sichtfeld Sensor - Abstand Boden - Empfindlichkeit,
- Geschwindigkeit bei bewegter Probe,
- Eichung und Justierung von Sensoren.

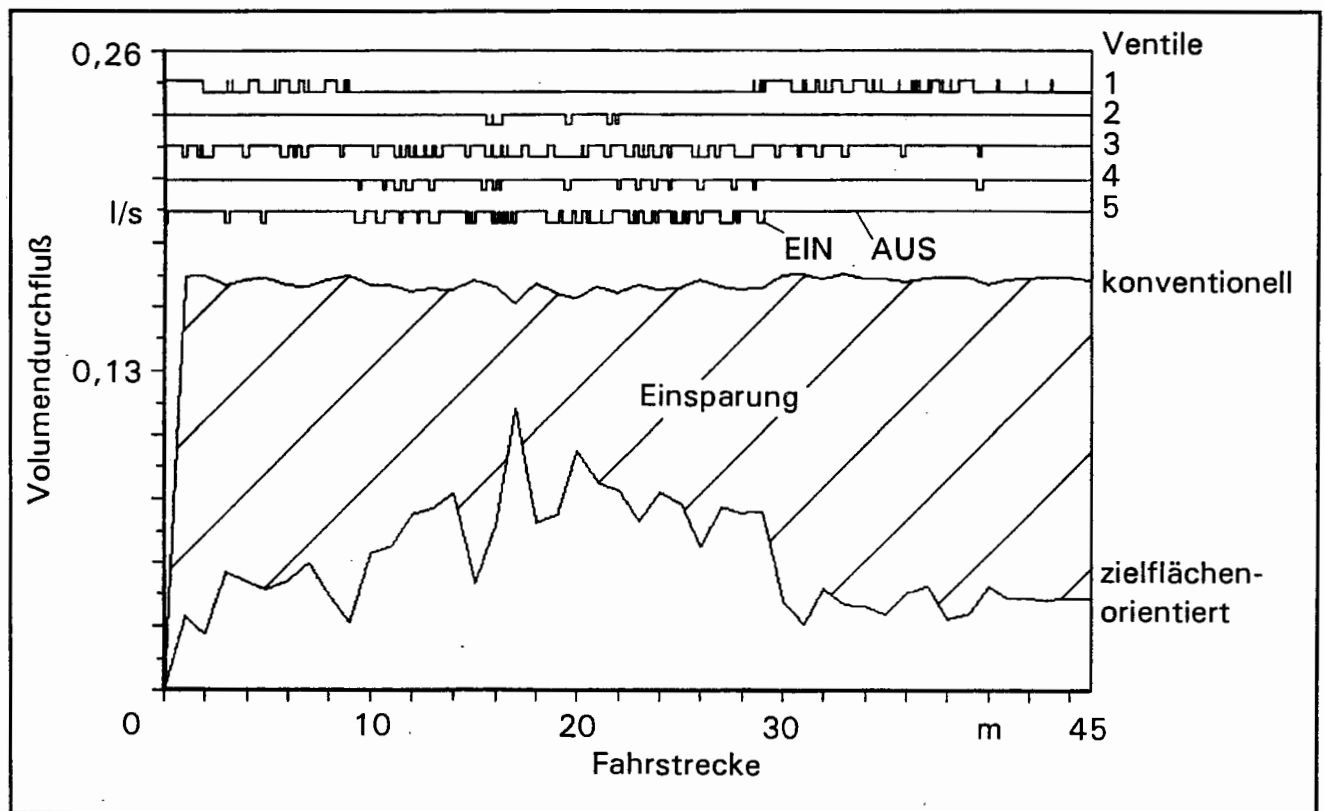


Abbildung 4: Verbrauch an Pflanzenschutzmittel - konventionell und zielflächenorientiert

Die parallel laufenden Versuche im praktischen Einsatz sollen Aufschluß geben über die Einsatzgrenzen bzw. Verwendungsmöglichkeiten des Systems unter den hier herrschenden Bedingungen in der Landwirtschaft. Dazu wurde eine Teilbreite einer Pflanzenschutzspritze mit diesem System ausgerüstet. Meßgrößen sind Umgebungsbedingungen, Spritzdauer und -häufigkeit der einzelnen Düsen sowie Mittelverbrauch bei herkömmlicher Spritztechnik und bei Verwendung des Systems. Wie Abbildung 4 zeigt, sind deutliche Einsparungen an Pflanzenschutzmitteln möglich. Diese hängen ab von Unkrautbesatz und Unkrautverteilung auf dem Feld.

Aufgrund der Analyse und der ersten bisherigen Untersuchungen läßt sich folgende Hypothese formulieren: "Die Einsparung an Pflanzenschutzmitteln ist möglich bei chemischer Unkrautbekämpfung in weit- und engreihigen Feldfrüchten durch den Einsatz eines optischen Sensors zur Unkrauterkenntnis, ggf. unter Verwendung eines System-Offsets in der Höhe der Nutzpflanzenfläche, und durch Zielflächenapplikation unter der Berücksichtigung wirtschaftlicher Schadensschwelen", Abbildung 5.

Zusammenfassung

Die Reduzierung des Aufwandes an chemischen Pflanzenschutzmitteln in der Pflanzenproduktion ist heute und in Zukunft aus ökologischen und ökonomischen Gründen notwendig. Eine betriebstechnische Analyse der Unkrautkontrolle

und Unkrautbekämpfung zeigt, daß die weitere Reduzierung an Pflanzenschutzmitteln nur durch gezielte Mittelapplikation auf Unkräuter möglich ist. Dazu muß das Unkraut zunächst erkannt werden. Diese Erkennung kann mit Bildanalyseverfahren oder optischen Sensoren erfolgen. Bisher ist die Bildanalyse noch zu zeitaufwendig. Optische Sensoren zur Pflanzenerkennung sind entwickelt, können jedoch nicht zwischen Unkraut und Nutzpflanze unterscheiden, so daß bestimmte Einsatzbedingungen beachtet werden müssen.

Das Institut für Betriebstechnik untersucht zur Zeit ein solches optisches System sowohl im Labor unter simulierten Bedingungen von Umgebungslicht, Boden und Pflanze als auch im praktischen Einsatz. Die Ergebnisse erster Untersuchungen führen zu folgender Hypothese: Die Einsparung an Pflanzenschutzmitteln ist möglich bei chemischer Unkrautbekämpfung in weit- und engreihigen Feldfrüchten durch den Einsatz eines optischen Sensors zur Unkrauterkenntnis und durch Zielflächenapplikation unter der Berücksichtigung wirtschaftlicher Schadensschwelen.

Methods to reduce amount of pesticides in plant production - a production engineering analysis

Reduction of pesticides in plant production today and in future is necessary due to ecologic and economic demands. A production engineering analysis of weed control shows, that further reduction of chemical plant protection is possible only by specific spot spraying of weed. For this, detection of weed

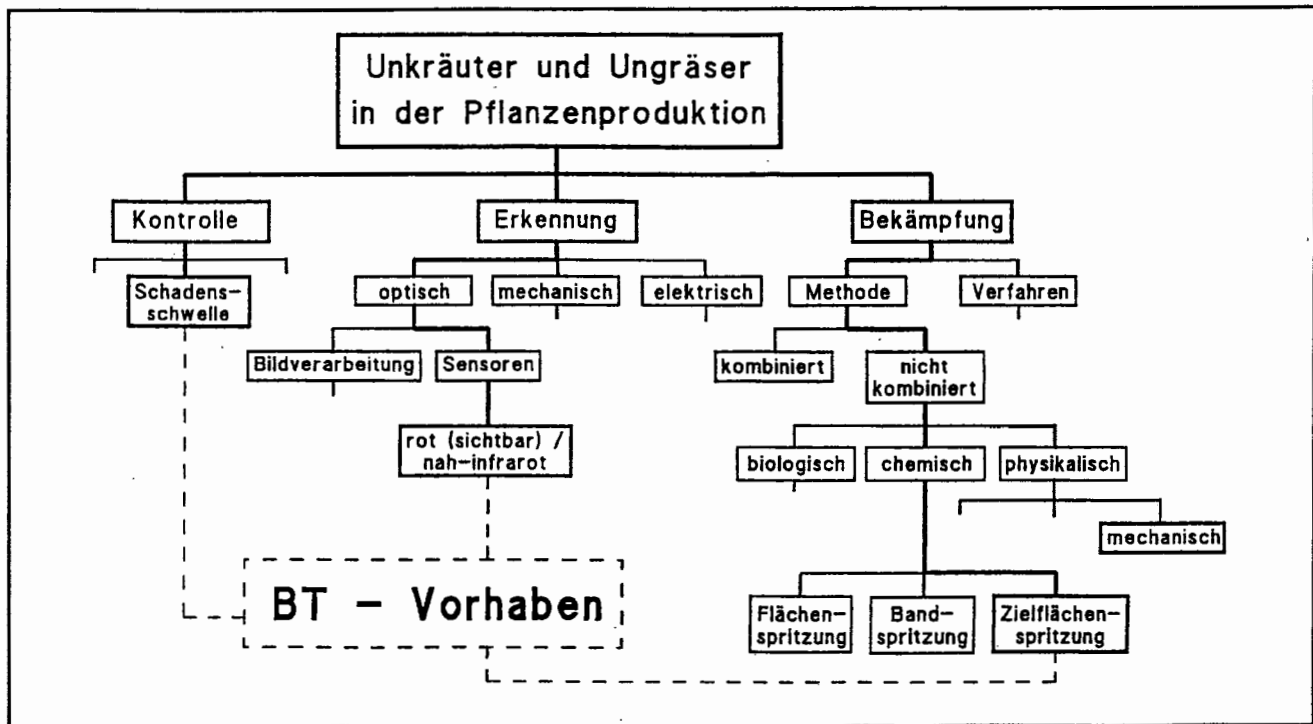


Abbildung 5: Forschungsvorhaben des Instituts für Betriebstechnik zur Einsparung an chemischen Pflanzenschutzmitteln

is necessary. Detection by use of image analysis is possible but spends too much time up to now. Detection of plants by use of optical sensors is developed but cannot distinguish between weed and field crops. Therefore, certain conditions have to be considered.

The Institute of Production Engineering is engaged in testing and improving such an optical system as well in laboratory with simulated ambient light, soil and plants as in practice on the field. First experimental results lead to the hypothesis: The reduce of amount of pesticides in field crops sown in wide or narrow rows is possible by use of an optical-sensor-system for weed detection and by specific spot spraying under consideration of economic thresholds.

Literatur

Aarts, H. F. M.; De Visser, C. L. M.: A management information system for weed control in winter wheat. - Proc. British Crop Protection Conference - Weeds (1985), 7A-2 S. 679-686.

AID, (984), H. 138, Unkrautbekämpfung nach Schadensschwelle im Getreidebau.

Auernhammer, H.: Elektronik in Traktoren und Maschinen. - BLV-Verlagses. München, Wien, Zürich, 1989.

Baandrup, M.: Three years field experience with an advisory computer system applying factor-adjusted doses. - Proc. Brighton Crop Protection Conference - Weeds (1989), 6A-2 S. 555-560.

Baandrup, M.; Ballegaard, T.: Advisory computer system for weed control. - Proc. EWRS Symp. "Integrated Weed Management in Cereals" (1990), S. 443-450.

Balsari, P.; Airoidi, G.; Ferrero, A.: Evaluation of the mechanical weed control in maize and soybeans. - Proc. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig, 1993, S. 341-348.

Bareiß, M.: Antrag auf Förderung eines Entwicklungsvorhabens, 18.11.91, BML, 12.12.91.

Bartels, G.: Mit gezieltem Bearbeiten die Pflanze vor Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen schützen. - Z. Integrierter Pflanzenbau (1988), H. 3, S.43-52.

Bartels, J.; Wahmhoff, W.; Heitefuß, R.: So kann der Praktiker Schadensschwelle feststellen. - DLG-Mitteilungen (1983), H. 5, S. 270-274.

Bartels, M.: Optimaler Termin - niedrige Aufwandmenge. - DLG-Mitteilungen (1990), H. 2, S. 58-63.

Beer, E.: Im Winterroggen: Unkrautbekämpfung nach Schadensschwelle? - DLG-Mitteilungen (1985), H. 16, S. 902-907.

Benz, W.: Untersuchungen zur biologischen Wirkung von Mikrowellen im Hinblick auf deren Einsatzmöglichkeiten zur Bekämpfung von Unkrautsamen, Nematoden und anderen Schadorganismen. - Dissertation, Universität Hohenheim 1986.

Betz, H. G.: Unkraut im Getreide: Frühe Bekämpfung lohnt sich. - DLG-Mitteilungen (1990), H. 17, S. 790-792.

- Billings, W. D.; Morris, R. J.: Reflection of visible and infrared radiation from leaves of different ecological groups. - *Am. J. Bot.* 38 (1951), S. 327-331.
- Bockholt, K.: Bestände aus dem Flugzeug kontrollieren. - *dlz* (1992), H. 9, S. 20-28.
- Böttger, W.: Empfehlungen zum integrierten Pflanzenschutz. - *Landtechnik* 41 (1986), H. 3, S. 140-142.
- Böttger, W.; Denecke, W.: Die Vorsaat Anwendung ist überholt. - *Hann. LuF* (1993), H. 10, S. 12-16.
- Brown, R. B.; Anderson, G. W.; Proud, B.; Stecker, J. P.: Herbicide application control using GIS weed maps. - *ASAE Meeting Presentation, Paper No. 90-1061* (1990).
- Christensen, S.: Electronic weed cover assessment. - *Proc. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application"*, Braunschweig, 1993, S. 63-70.
- Christensen, S.; Nordbo, E.: Weed cover mapping with spectral reflectance measurements. - *Aspects of Applied Biology* 37 (1994), S. 171-179.
- Dambroth, M.: Ökologische Landbewirtschaftung erfordert vielfältigere Fruchtfolgen. - *Hann. LuF* (1989), H. 39, S. 4-6.
- Dambroth, M.: Fortschritt oder Teufelskram? - *Gentechnik und Landwirtschaft*. - *Hann. LuF* (1993), H. 44, S. 18-20.
- Diprose, M. F.; Hackam, F. A.; Benson, F. A.: The effect of 2450 MHz radiation on the germination of some weed and cereal seeds. - *Proc. British Crop Protection Conference - Weeds* (1978), S. 451-458.
- Diprose, M. F.; Benson, F. A.: The effect of externally applied electrostatic fields, microwave radiation and electric currents on plants and other organisms, with special reference to weed control. - *The Botanical Review* (1984), H. 50, S. 171-223.
- Dörsch, L.: Bandspritzung in Zuckerrüben: Spart den halben Aufwand. - *profi* (1993), H. 2, S. 52-55.
- Estler, M.: Mechanische Unkrautbekämpfung - Möglichkeiten und Grenzen. - *DLG-Manuskript Nr. 079* (1988).
- Estler, M.: Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von mechanisch-physikalischen Maßnahmen. - *KTBL-Arbeitspapier 150 "Umweltschonender Pflanzenschutz in der Landwirtschaft"* (1991), S. 39-57.
- Estler, M.: Striegel, Hacke, Bürste: Echte Gegner für das Unkraut? - *Agrar-Übersicht* (1991), H. 11, S. 26-29.
- Felton, W. L.; McCloy, K. R.: Spot spraying. - *Agric. Engng* (1992), H. 11, S. 9-12.
- Fischer, J.: Bestimmung von Ackerwildpflanzen durch den Einsatz von Wissensverarbeitung und Hypermedia-Technik. - *Z. f. Argarinformatik* (1992), H. 1, S. 6-10.
- Fischer, J.; Pohlmann, J. M.: Wissens- und medienbasiertes Identifikations- und Informationssystem für Unkräuter. - *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIII* (1992), S. 353-360.
- Friedrich, H.; Pohlmann, J. M.; Wittkamp, J.: Ökologische Standortbewertung aufgrund vegetationskundlicher Bestandsaufnahmen. - *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIII* (1992), S. 345-351.
- Georg, H.; Bockisch, F.-J.: Automatische Unkrauterkennung mit der digitalen Abbildungsverarbeitung. - *Landtechnik* 47 (1992), H. 3, S. 113-115.
- Georg, H.; Bockisch, F.-J.: Entwicklung eines Pflanzenunterscheidungssystems auf bildanalytischer Basis zur Bonitierung und zukünftig zur direkten Steuerung bei der Unkrautbekämpfung. - *VDI-MEG-Koll. Agrartechnik "Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge"* (1992), H. 14, S. 175-182.
- Gerdes, K.: Möglichkeiten der Fruchtfolge zum integrierten Ansatz von Maßnahmen zur Bekämpfung der Unkräuter. - *Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin* (1990), Nr. 286, S. 51-56.
- Gerhards, R.; Kühbauch, W.: Dynamisches Entscheidungsmodell zur Lenkung von Unkrautkontrollmaßnahmen in Wintergetreide mit Hilfe digitaler Abbildungsverarbeitung. - *Mitt. der Ges. für Pflanzenbauwissenschaften* (1992), B. 5, S. 75-78.
- Gerowitz, B.: Dreijährige Versuche zur Anwendung eines computergestützten Entscheidungsmodells zur Unkrautbekämpfung nach Schadensschwellen im Winterweizen. - *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderheft XIII* (1992), S. 301-310.
- Glenz, H.: Unkrautbekämpfung in der Wintergerste mit dem PC. - *DLG-Mitteilungen* (1988), H. 4, S. 197.
- Glemnitz, M.: Auswirkungen der konservierenden/schonenden Bodenbearbeitung auf den Entwicklungsrhythmus und die Zusammensetzung der Ackerunkrautflora. - *Dissertation, Humboldt-Universität Berlin* 1992.
- Guyer, D. E.; Miles, G. E.; Schreiber, M. M.: Potential for computer vision as a spray controller. - *Agri-Mation* (1985), H. 1, S. 156-164.
- Guyer, D. E.; Miles, G. E.; Schreiber, M. M.: Computer vision and image processing for plant identification. - *ASAE, Paper No. 84-1632* (1984).
- Guyer, D. E.; Miles, G. E.; Schreiber, M. M.; Mitchell, O. R.; Vanderbilt, V. C.: Machine Vision and image processing for plant identification. - *Transactions ASAE* 29 (1986), S. 1500-1507.
- Haggard, R. J.; Stent, C. J.; Isaac, S.: A prototype handheld patch sprayer for killing weeds, activated by spectral differences in crop/weed canopies. - *J. agric. Engng Res.* 28 (1983), S. 349-358.

- Haggan, R. J.; Stent, C. J.; Rose, J.: Measuring spectral differences in vegetation canopies by a reflectance ratio meter. - *Weed Research* 24 (1984), S. 59-65.
- Hartmann, K. M.; Nezadal, W.; Seydel, K. W.: Photobiologische Unkrautbekämpfung. - *bioland* (1990), H. 6, S. 15-17.
- Hartmann, K. M.; Nezadal, W.: Photocontrol of weeds without herbicides. - *Naturwissenschaften* 77 (1990), S. 158-163.
- Haug, G.; Schuhmann, G.; Fischbeck, G.: Pflanzenproduktion im Wandel - Neue Aspekte in den Agrarwissenschaften. Verlag VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge 1992.
- Hege, H.: Thermische Unkrautbekämpfung. - *Gemüse* (1990), H. 7, S. 344-346.
- Heine, J.: Mit dem Computer den Fungizideinsatz steuern? - *top agrar* (1992), H. 12, S. 58-61.
- Hilbig, W.; Volf, F.: Mapping of field weeds in the GDR. - *Zbarnik Wysoke Skdly Zemedelske u Praze, Fakulta Agronomicka, A* (1985), H. 43, S. 19-40.
- Hildebrandt, A.; Schön, H.; Meyer, E.: Expositionsdauer beim chemischen Pflanzenschutz im Ackerbau. - *Landtechnik* 45 (1990), H. 3, S. 120-122.
- Hintzsche, E.: Zur Wirkung acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen auf einzelne Unkrautarten bzw. Unkrautartengruppen. - *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XII* (1990), S. 211-218.
- Hintzsche, E.: Der Einfluß der Vorfrucht auf die Verunkrautung in unterschiedlichen Getreidefruchtfolgen. - *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIII* (1992), S. 263-267.
- Hoffmann, M.: Abflammtchnik mit neuen Geräten. - *Landtechnik* 38 (1983), H. 3, S. 105-107.
- Hoffmann, M.: Abflammen im Mais. - *Landtechnik* 44 (1989), H. 5, S. 187-189.
- Hoffmann, M.: Mechanische Unkrautbekämpfung. - *RKL-Schrift* (1991), S. 313-376.
- Hooper, A. W.; Harries, G. O.; Ambler, B.: A photoelectric sensor for distinguishing between plant material and soil. - *J. agric. Engng Res.* 21 (1976), S. 145-155.
- Huber, B.: Eine Strategie für Wasserschutzgebiete. - *DLG-Mitteilungen* (1990), H. 7, S. 318-320.
- Huber, B.: Maisanbau ohne Herbizideinsatz? - *mais* (1992), H. 2, S. 20-24.
- Irla, E.: Hack- und Bandspritzgeräte in Reihenkulturen. - *Mit. f. d. Schweizer Landwirtschaft* 36 (1988), H. 1/2, S. 61-65.
- Jensen, P. K.: First Danish experiences with photocontrol of weeds. - *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIII* (1992), S. 631-636.
- Kahnt, G.: Mechanische Unkrautbekämpfung - auch heute noch interessant. - *Landtechnik* 32 (1977), H. 2, S. 58-61.
- Kees, H.: Mit reduzierten Aufwandmengen und Bandspritzungen Kosten sparen. - *DLG-Mitteilungen* (1986), H. 5, S. 240-244.
- Kees, H., Lutz, A.: Unkraut mechanisch bekämpfen. - *dlz* (1993), H. 2, S. 70-77.
- Kesten, E.: Gentechnik in der Pflanzenzüchtung. - *Zuckerrübe* 42 (1993), H. 2, S. 120-122.
- Köhler, R.: Unkrautbekämpfung Rüben - Den idealen Zeitpunkt nicht verpassen! - *top agrar* (1993), H. 1, S. 72-77.
- Köllner, K.: Mulchsaat und mechanische Unkrautbekämpfung bei Mais und Zuckerrüben. - *Landtechnik* 46 (1991), H. 1/2, S. 32-35.
- Korte, K.: Auswirkungen der konservierenden Bodenbearbeitung auf Unkrautentwicklung und Unkrautbekämpfung sowie den Ertrag bei Zuckerrüben und Mais. - *Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen* 1989.
- Kress, W.: Dem Unkraut im Mais einheizen. - *Ökologie + Landbau* 76 (1990), S. 19-22.
- Kropff, M. J.; Spitters, C. J. T.: A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of the weeds. - *Weed Res.* 31 (1991), S. 97-105.
- Kühbauch, W.: Anwendungsmöglichkeiten der quantitativen Bildanalyse mit Echtfarbenerkennung in der pflanzenbaulich-botanischen Forschung. - *Angewandte Botanik* 59 (1985), S. 209-218.
- Kühbauch, W.; Bestajovsky, J.; Huber-Reinhard, M.: Erfassung des Unkrautbedeckungsgrades in landwirtschaftlichen Kulturen mit Hilfe eines bildanalytischen Verfahrens. - *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 153 (1984), H. 1, S. 32-39.
- Kuhlmann, J.: Mechanisch-chemische Unkrautbekämpfung in Mais. - *Landwirtschaftsblatt Weser-Ems* (1992), Nr. 19, S. 31-34.
- Kuhlmann, J.: Problemunkräuter jetzt besser hacken. - *DLG-Mitteilungen* (1993), H. 4, S. 20-22.
- Lohuis, H.: High-Tech für die Hackmaschine. - *Pflanzenschutz-Praxis* (1991), H. 3, S. 20-23.
- Meinert, G.: Wenig Alternativen zu Herbiziden. - *DLG-Mitteilungen* (1989), H. 4, S. 178-179.
- Menges, R. M.; Nixon, P. R.; Richardson, A. J.: Light reflectance and remote sensing of weeds in agronomic and horticultural crops. - *Weed Science* 33 (1985), H. 4, S. 569-581.
- Metzner, R.: Unkräuter mit dem Sensor ertasten. - *DLG-Mitteilungen* (1993), H. 1, S. 24-25.

- Miller, E. E.; Shadbolt, C. A.; Holm, L.: Use of an optical planimeter for measuring leaf area. - *Plant Physiology* 77 (1956), H. 31, S. 484-487.
- Miller, P. C. H.; Stafford, J. V.: Herbicide application to targeted patches. - *Proc. British Crop Protection Conference - Weeds* (1991), S. 1249-1256.
- Niemann, P.: Unkrautkartierung - ein weiterer Schritt zur gezielten Bekämpfung. - *Gesunde Pflanzen* 37 (1985), H. 3, S. 86-92.
- Niemann, P.: Vom Schadensschwellenkonzept zur Unkrautkartierung. - *DLG-Mitteilungen* (1986), H. 3, S. 122-125.
- Niemann, P.: Unkräuter und Ungräser. - In: Haug, G., Schuhmann, G. und Fischbeck, G. (Hrsg.) "Pflanzenproduktion im Wandel", Verlag VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge (1992), S. 359-377.
- Nixon, P. R.; Escobar, D. E.; Bowen, R. L.; Richardson, A. J.: Video color infrared imagery: A future natural resource management tool. - *9th Biennial Workshop on Color Aerial Photography in the Plant Sciences* (1983) 204, S. 159-165.
- N. N.: Unkrautbekämpfung nach Schadensschwellen im Getreidebau. - *AID* (1984), H. 138, S. 2-16.
- N. N.: Kein Risiko - Kennzeichnen muß sein. - *Hann. LuF* (1994), H. 5, S. 14-15.
- Nordmeyer, H.; Niemann, P.: Möglichkeiten der gezielten Teilflächenbehandlung mit Herbiziden auf der Grundlage von Unkrautverteilung und Bodenvariabilität. - *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIII* (1992), S. 539-547.
- Oleson, P.: Gentechnik im Pflanzenbau - eine Möglichkeit für bessere Nahrungsmittel. - *Zuckerrübe* 42 (1993), H. 3, S. 180-185.
- Parish, S.: Weed control - testing the effects of infrared radiation. - *Agricultural Engineer* 44 (1989), H. 2, S. 53-55.
- Parish, S.: Investigations into thermal techniques for weed control. - *Agric. Engng Proc. of the 11th Intern. Congr. on Agric. Engng (CIGR)*, Dublin 1989, S. 2151-2156.
- Pearson, R. L.; Miller, L. D.; Tucker, C. J.: Hand-held spectral radiometer to estimate gramineous biomass. - *Applied Optics* 15 (1976), H. 2, S. 416-418.
- Petry, W.; Kühbauch, W.: Messung des Unkrautdeckungsgrades durch echtfarbentüchtige quantitative Abbildungsanalyse auf Personalcomputern. - *KALI-BRIEFE (Bünte-hof)* 19 (1988), H. 4, S. 311-323.
- Petry, W.; Kühbauch, W.: Automatisierte Unterscheidung von Unkrautarten nach Formparametern mit Hilfe der quantitativen Bildanalyse. - *J. Agronomy & Crop Science* 163 (1989), S. 345-351.
- Petry, W.: Unkrautkontrolle im landwirtschaftlichen Pflanzenbau mit Hilfe der quantitativen Bildanalyse. - *Dissertation, Universität Bonn* 1989.
- Petzoldt, K.: Mähdrusch und Unkraut. - *Landtechnik* 10 (1955), H. 11, S. 468-470.
- Rabideau, G. S.; French, C. S.; Holt, A. S.: The absorption and reflection spectra of leaves, chloroplast suspensions, and chloroplast fragments as measured in an Ulbricht sphere. - *Am. Journal of Botany* 33 (1946), S. 769-777.
- Richardson, A. J.; Menges, R. M.; Nixon, P. R.: Distinguishing weed crop plants using video remote sensing. - *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 51 (1985), H. 11, S. 1785-1790.
- Sapirstein, H. D.; Neuman, M.; Wright, E. H.; Shwedyk, E.; Bushuk, W.: An instrumental system for cereal grain classification using digital image analysis. - *Journal of Cereal Science* 6 (1987), S. 3-14.
- Schlüter, K.: Unkräuter im frühen Nachauflauf bekämpfen. - *DLG-Mitteilungen* (1989), H. 15, S. 779-782.
- Schmuck, D.: A boom with brain. - *Farm Chem.* (1992), H. 8, S. 28-29.
- Searcy, S. W.; Reid, J. F.: Machines see red ... and so much more. - *Agric. Engng* (1989), H. 11/12, S. 10-15.
- Sommer, C.; Biller, R. H.; Brunotte, J.: Methoden und Techniken zur Unkrautbekämpfung - Überblick und Ausblick. - *8th EWRS Symposium "Neue Ansätze in der Unkraut- und Herbizidforschung und ihre Anwendung in der Praxis"*, Braunschweig, 14.-16. Juni 1993, S. 177-180.
- Stigliani, L.; Resina, C.; Cardinale, N.: An expert system for crop weed management. - *Proc. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application"*, Braunschweig, 1993, S. 855-862.
- Thompson, J. F.; Stafford, J. V.; Miller, P. C. H.: Potential for automatic weed detection and selective herbicide application. - *Crop Protection* 10 (1991), H. 8, S. 254-259.
- Thornton, P. K.; Fawcett, R. H.; Dent, J. B.; Perkins, T. J.: Spatial weed distribution and economic thresholds for weed control. - *Crop protection* 9 (1990), H. 10, S. 337-342.
- Thurling, D. J.; Harvey, R. N.; Butler, N. J.: Aerial photography of field experiments using a remotely-piloted aircraft. - *Proc. British Crop Protection Conference - Weeds* (1985), S. 357-363.
- Tucker, C. J.: Spectral estimation of grass canopy variables. - *Remote Sensing of Environment* 6 (1977), S. 11-26.
- Tucker, C. J.: Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. - *Remote Sensing of Environment* 8 (1979), S. 127-150.

Vecchio, V.; Casini, P.; Calamai, P.: Conventional and non-conventional weed control: Influence on population dynamics and soil seed bank in a crop rotation. - Proc. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig, 1993, S. 705-713.

Wacker, P.: Bekämpfung von Unkräutern bei der Getreideernte. - Landtechnik 44 (1989), H. 6, S. 215-219.

Wahmhoff, W.: Mit dem Schätzrahmen Unkräuter zählen. - DLG-Mitteilungen (1985), H. 3, (Plus).

Wahmhoff, W.; Heitefuß, R.: Untersuchungen zur Anwendung von Schadensschwellen für Unkräuter in Wintergerste. - Z. PflKrankh. PflSchutz 92 (1985), H. 1, S. 1-16.

Wayland, J.; Merkle, M.: Control of weeds with UHF electromagnetic fields. - Weed Research 15 (1975), S. 1-5.

Wieneke, F.: Möglichkeiten des Mikrowelleneinsatzes in der Landwirtschaft. - Landtechnik 43 (1988), H. 4, S. 191-192.

Verfasser: Biller, Rainer H., Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Dir. u. Prof. Dr.-Ing. Claus Sommer.