

Herbipro: ein Beratungsprogramm zur Unkrautbekämpfung

Hans-Ulrich AMMON, Alexandre SAHLI¹, Fabio CERUTTI² und Christian BOHREN, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich
¹z.Zt. Landwirtschaftliche Schule, Cernier, ²z.Zt. BLW, Bern

Versuche haben gezeigt, dass sich Herbizid-Aufwandmengen ohne wesentliche Wirkungsverluste reduzieren lassen. Dazu müssen folgende Faktoren bekannt sein: die Unkrautart und ihre Empfindlichkeit auf die spezifischen Herbizide, die Unkrautstadien, der Zustand der Kulturpflanze sowie die Witterung. Ein computergestütztes Beratungsprogramm ermöglicht die Wahl des bestgeeignetsten Wirkstoffes in der tiefstmöglichen Dosierung.

Praktisch sämtliche Ackerböden werden alljährlich ein- bis zweimal mit Herbiziden behandelt. Herbizide machen etwa 40 Prozent der insgesamt verwendeten Pflanzenschutzmittelmengen aus mit Kosten von etwa 60 Mio. Fr/ha. Jährlich werden heute in der Schweiz rund 600 Tonnen herbizide Wirkstoffe ausgebracht (SGCI 1994). Das sind rund 150 Tonnen weniger als 1990. Dieser an sich erfreuliche Rückgang der Tonnage beruht aber vor allem darauf, dass zunehmend ältere Wirkstoffe ersetzt werden durch neue, hochaktive Herbizide, die bereits mit einigen Gramm pro Hektare eine volle Unkrautbekämpfung ermöglichen. Ältere Wirkstoffe mit schwächerem Wirkungspotential erfordern Aufwandmengen in Kilogramm pro Hektare; die Gewichtsreduktion beträgt einen Faktor von etwa 1'000. Heute werden nach unserer Schätzung etwa ein Viertel der Flächen mit den hochaktiven Wirkstoffen behandelt. Entsprechend sollte die verwendete Herbizidmenge um ein Viertel gesunken sein. Die Abnahme ist aber geringer, der Verbrauch, auf das effektive herbizide Wirkungspotential bezogen, ist somit zunehmend. Bei einer offenen Ackerfläche von 312 000 Hektaren entfallen auf den Getreidebau mit etwa 125 000 Hektaren ein Drittel der Herbizide. Im Getreidebau werden zurzeit in der Schweiz etwa 43 Wirkstoffe in 51 Präparaten angeboten, wobei Anwendungsmöglichkeiten von der Saat bis nach dem Schossen bestehen. Im Ausland sind Herbizidbehandlungen bis kurz vor der Ernte zugelassen. Bei dieser Vielzahl von Präparaten ist selbst für Fachleute eine klare Übersicht schwierig. Eine zusätzliche Erschwernis besteht

darin, dass unter den etwa 69 wichtigen Unkrautarten die Empfindlichkeit gegenüber einzelnen Wirkstoffen sehr unterschiedlich sein kann. Grosse Unterschiede bestehen insbesondere bei den neuen Sulfonylherbiziden.

Auswahl des PC-Beratungsprogramms

Im Ausland entwickelte computergestützte Herbizid-Beratungsprogramme erleichtern die Übersicht. Im Rahmen des Projekts «Herbipro» haben wir im Reckenholz die 1992 in Europa verfügbaren Programme für den Feldbau begutachtet; drei Programme aus Deutschland, je eines aus Frankreich und Dänemark.

Die eingehende Prüfung zeigte, dass kein Programm unverändert übernommen werden konnte und kein Programm alle unsere Erwartungen erfüllte. Eines erfüllte aber Teilaspekte: PC-Plantprotection (Flakkebjerg, Dänemark). Dieses Programm ist speziell für die Beratung zur Unkrautbekämpfung unter den dänischen Rahmenbedingungen entstanden. Es soll mithelfen, ohne ertragsgefährdende Wirkungsverluste die gesetzlich geforderten Einsparungen im Gebrauch von Herbiziden von 50 % bis 1997 zu erreichen (Rydahl 1995).

Das Programm basiert darauf, dass die Dosierung bei günstigen Witterungsbedingungen reduziert werden kann. Berücksichtigt werden: Witterung, Kulturpflanzen-Zustand, Anwendungszeitpunkt, Schadpotential beziehungsweise die Wirkungsanforderungen an die einzelnen Unkräuter und die oft sehr unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Unkräuter. Die Reduktionen basieren auf experimentell überprüften Daten ins-

besondere für den unteren Dosierungsbereich.

Einsparungen im Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln werden auch von weiteren Ländern gefordert:

Schweden	50 % Reduktion bis 1990 (?)
Niederlande	35 % Reduktion bis 1995
Finnland	50 % Reduktion bis 2000

Deutschland nach Pflanzenschutzgesetz § 2: «...die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Mass ... zu reduzieren...».

Das dänische Programm schien uns für die schweizerische Landwirtschaft speziell geeignet, weil nach Art. 31b des Landwirtschaftsgesetzes beziehungsweise der Weisung der «Öko-Beitragsverordnung» vom 26. Juni 1995 unter «Integriertem Pflanzenschutz», Punkt 6 gefordert wird: «... direkte Pflanzenschutzmassnahmen ... basieren auf dem Prinzip der wirtschaftlichen Schadschwelle ...».

In der Herbologie sind Schadschwellen nur für wenige, einzelne Unkräuter bekannt. Für die in der Natur normalerweise vorkommende Mischverunkrautung sind diese Werte schlecht geeignet und werden in der Praxis entsprechend kaum angewendet. Die fehlende Akzeptanz ist zusätzlich damit zu begründen, dass Unkräuter, anders als Pilze oder Insekten, auf dem betreffenden Feld versamen können, was später zu vermehrter Bekämpfung führt oder dies zumindest befürchtet wird. Auch ist das noch recht neue Problem der Unkraut-Resistenz in den Schadschwellen nicht aufgearbeitet. Erfahrungsgemäss bilden bereits einige wenige resistente Pflanzen - auch wenn im Moment unter der Schadschwelle - sehr rasch hohe Dichten, die nachträglich zu teuren Bekämpfungsmassnahmen führen.

Mit dem Programm PC-Plantprotection können diese Schwierigkeiten umgangen werden.

■ Eine Bekämpfung der wichtigsten Unkräuter wird durch das Programm praktisch immer empfohlen; das führt, wenn auch nicht zu einer vollständigen Unkrautfreiheit, zumindest zu einer Schwächung aller

Unkräuter und zu einer verminderten Versammlung.

■ Bei herbizidresistenten Arten oder anderen Problemunkräutern kann die Bekämpfungsanforderung im Programm sehr leicht verändert beziehungsweise höher oder tiefer gesetzt werden, entsprechend der anvisierten Schadschwelle.

■ Mit der Ermittlung der Schadschwellen nach dem bisherigen Verfahren erhält der Landwirt noch keinen Beratungsvorschlag. Das Programm gibt dagegen einen Vorschlag mit der Preisrelation der verschiedenen Möglichkeiten - Dem Praktiker kann ein direkter Nutzen gezeigt werden.

Unter diesen Voraussetzungen sollte eine bessere Akzeptanz zu Behandlungen «nach Schadschwellen» bei den Landwirten und Beratern möglich sein und auch die Anforderungen nach Art. 31b des Landwirtschaftsgesetzes erfüllt werden. Voraussetzung ist allerdings, dass die durch das Programm gegebenen Beratungen zufriedenstellend sind. Deshalb wurde das Programm in dreijährigen Versuchen unter Feldbedingungen geprüft.

Prüfung von PC-Plant Protection

1992 wurde das praktisch unveränderte dänische Programm unter schweizerischen Bedingungen geprüft. Von den insgesamt 17 Feldern, welche nach dem dänischen Programm behandelt wurden, liegen folgende Ergebnisse vor:

■ sechsmal wurden «reduzierte» Dosierungen wirkungsmässig als (meist nur geringfügig) zu schwach beurteilt,

■ elfmal hat die «reduzierte» Dosierung wirkungsmässig genügt.

Wenn unbesehen, also ohne Programmhilfe, die halbe Dosierung angesetzt wurde, führte dies nur in acht von 22 Fällen zu genügender, in 14 Fällen zu ungenügender Wirkung. Eine Reduktion erfordert somit

■ genügend «Fachwissen» des Programmes und

■ ein Ansprechen der Unkrautflora.

Fachwissen des Programms: Als Hauptnachteil erwies sich in erster Linie, dass in Dänemark nur äusserst wenig Wirkstoffe beziehungsweise Präparate empfohlen sind. Viele in der Schweiz bewilligte Wirkstoffe und vor allem sehr viele kombinierte Präparate waren im damaligen Originalprogramm nicht enthalten, ebenso verschiedene in der Schweiz wichtige, in Dänemark fast unwichtige Unkräuter.

1992 wurde mit der dänischen Liste und somit stark eingeschränkter Wahl jedoch mit experimentell abgesicherten Daten gearbeitet. Die erzielten Einsparungen (Abb. 1) sind beachtlich.

Ergänzung der Unkraut- und Präparatliste: 1993 wurde das Programm mit den fehlenden Unkrautarten und vor allem mit den in der Schweiz in Winterweizen bewilligten Fertigpräparaten ergänzt. Bei der Ergänzung der fehlenden Unkräuter haben wir Analogien bezüglich Keimzeit, Entwicklungsbedingungen und Konkurrenzstärke berücksichtigt und mit dänischen Werten extrapoliert. Die Ergänzung der Präparatliste ergab Schwierigkeiten: Die Dosis-Wirkungskurve der zu ergänzenden Wirkstoffe stand uns nicht zur Verfügung und ist auch bei den Verkäuferfirmen angeblich nicht bekannt. Anstelle von analytisch bestimmten Dosis-Wirkungskurven haben wir die fehlenden Daten geschätzt oder gemäss vergleichbaren dänischen Präparaten extrapoliert.

Vergleich Original- mit erweiterter Version: Um das erweiterte und auf Deutsch übersetzte Programm zu beurteilen, wurden die Reduktionen 1993 mit den Resultaten von 1992 verglichen, die ausschliesslich auf den original dänischen Wirkungsdaten beruhten (Abb. 1).

Daraus geht hervor, dass mit der «extrapolierten» Schweizer Version 1993 bei den Sulfonylharnstoffen nur ein Drittel, bei den übrigen Herbiziden nur die halbe Reduktion im Vergleich zu den Resultaten im Jahre 1992 mit der Originalversion erreicht wurde. Im Vergleich ist allerdings eine mögliche Jahres-Interaktion nicht berücksichtigt.

Die Dosis-Wirkungsbeziehungen von Einzel- und Mischpräparaten lassen sich

realistischerweise nicht ohne Versuchsdaten abschätzen. Dazu sind relativ aufwendige Versuche nötig.

Allgemein wurde die Wahl der Wirkstoffe von den Beratern als richtig beurteilt. Die Dosis wurde in 60 % der Fälle als richtig, in 18 % als zu hoch und in 12 % der Fälle als zu tief beurteilt. In einem Fall wäre wegen der lokalen Verhältnisse eine Bekämpfung unnötig gewesen. In zwei Fällen wäre eine Tankmischung billiger und genauso gut gewesen wie das empfohlene Präparat.

Für die Saison 1994 haben wir daher auch die meistgebräuchlichen und von den Firmen empfohlenen Tankmischungen ins Programm eingebaut, ebenfalls wieder mit geschätzten Dosis-Wirkungskurven und somit von vornherein geringem Reduktionspotential. Wegen des nasskalten Frühjahrs waren allgemein ältere Unkräuter zu bekämpfen, was zu einer geringeren Reduktion der Dosierungen führte. Von 54 Anfragen konnte in fünf Fällen die Dosis nicht reduziert werden, in 29 Fällen betrug die reduzierte Dosierung mehr als 10 % der Normaldosierung und in 20 Fällen zwischen 0 und 10 %.

Aber auch in diesem Jahr mit den schwierigen Verhältnissen hat das Programm gezeigt, dass es richtig beraten kann, denn ■ fast die Hälfte (49 %) der Empfehlungen waren preisgünstiger und ähnlich wirksam wie die vom Landwirt ausgewählten Verfahren;

■ nur ein kleiner Teil (9 %) der Empfehlungen führten dazu, dass eine Unkrautart nicht zufriedenstellend bekämpft wurde; Ertragseinbussen wurden in der Praxisanwendung nie festgestellt.

Die gleichen Angaben gelten weitgehend für das ebenfalls nasskalte Frühjahr 1995.

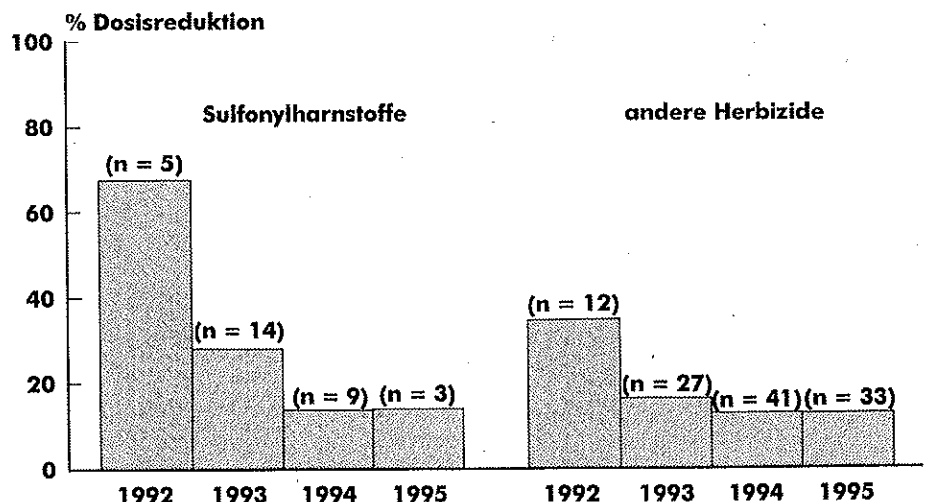


Abb. 1. Erzielte Dosis-Reduktion mit dem Computerprogramm «PC Plant-Protection» in der Schweiz von 1992 bis 1995. Resultate der Versuche 1992 mit der dänischen Originalversion und 1993 bis 1995 mit der schweizerischen Version.

Eingabe:

- Unkrautart
- Stadium / Anzahl pro m²
- Behandlungszeitpunkt
- Metadaten
- Ertragserswartung
- Bodenart

Beratung:

- beste Wirkstoffauswahl
- preisgünstige Produktauswahl
- Dosierungsvorschlag
- Zeitpunkt der Anwendung



Analyse:

- Beurteilung der Bekämpfungswürdigkeit eines Unkrautbestandes
- optimale Herbizidwirkung für jede Unkrautart feststellen

Abb. 2. Ablauf einer Anfrage über Herbiprog (Herbizid Prognosesystem mit PC Plant Protection).

RÉSUMÉ

Herbiprog: logiciel pour conseil de traitements-herbicides

En 1992 la FAL a testé des logiciels développés en Europe pour donner des conseils de traitements-herbicides. Le programme danois «PC-Plant Protection» a été jugé comme le plus approprié: ce logiciel choisit les herbicides et les doses qui sont les plus appropriées pour combattre les mauvaises herbes présentes. Un savoir important, acquis dans des essais aux champs avec des doses réduites d'herbicides, est nécessaire pour le bon fonctionnement du logiciel. Le programme a été testé en 1992 dans sa version originale: il a été possible de réduire substantiellement les doses d'application tout en maintenant une efficacité suffisante. Malheureusement cette version contenait un spectre d'herbicides et de mauvaises herbes qui ne correspondait pas à la situation en Suisse.

Entre 1993 et 1995, une version du logiciel adaptée à notre pays a été testée. Les informations manquantes ont été déduites par extrapolation des connaissances présentes. Par conséquent, la réduction des doses a été moins satisfaisante.

Depuis 1995, onze pays européens travaillent ensemble dans le cadre d'un projet de l'Union Européenne pour l'élaboration du savoir de base nécessaire.

SUMMARY

Herbiprog: The expert system for reduced herbicide doses

In 1992 FAL evaluated various expert systems for herbicide treatments in field crops. The program „PC Plant Protection“ from Denmark was chosen for further development in Switzerland because of its ability to select the most appropriate herbicides and dosages to control the present weeds. For the program to work properly it is necessary to have data from field trials with reduced herbicide dosages.

The original Danish version was tested in Switzerland in 1992 and it was found that the dosage could be considerably reduced and a sufficient effect was maintained. Unfortunately, the weeds and herbicides contained in this version did not reflect the weed and flora and the approved herbicides in Switzerland. Between 1993 and 1995 we tested a version adapted to Swiss conditions. The missing information had to be estimated by extrapolation. Therefore, the reduction of dosage was less satisfactory with this version.

Since 1995, eleven European countries are working together in an EU concerted action to develop the program further.

KEY WORDS: herbicide, dose reduction, expert system, Switzerland

Entwicklungen in der EU

Bei neueren Präparaten und Fertigmischungen zeichnet sich ab, dass darauf tendiert wird, europaweit die gleichen Präparate anzubieten. Ähnliche Fruchtfolgen und somit vergleichbare Unkrautspektren finden sich in den Nachbarländern Deutschland, Österreich und auch in den Niederlanden. Die Voraussetzungen für eine internationale Zusammenarbeit wären somit gegeben. Erfreulicherweise wird 1996 in Brüssel ein EU-Projekt eingereicht mit dem Ziel, das dänische Programm PC-Plant Protection europaweit gemeinsam weiterzuentwickeln. Fünfzehn Wissenschaftler aus elf Ländern (NL, England, Nordirland, Schottland, DK, E, SF, S, D, F und CH) wollen sich daran beteiligen, unter der Leitung von Holland. Vorgesehen ist eine dreijährige Dauer.

Beurteilung der Situation für die Schweiz

Zusammenfassend ist zu erwähnen, dass die FAL sich rechtzeitig um neue Entwicklungen in Richtung programmierter Empfehlungen bemüht hat und von Anbeginn, nach eingehender Evaluation, auf das richtige Programm gesetzt hat.

Herbizide zu reduzieren, ist heute auch in mehreren EU-Ländern aus ökologischen und/oder ökonomischen Gründen erkannt.

Die Mitarbeit am EU-Projekt ermöglicht es, unsere Erfahrungen und vor allem unsere Wünsche an die Weiterentwicklung des Programmes einzubringen und auch Zugang zu den Weiterentwicklungen zu erhalten. Gemäss dem EU-Programm

bleibt der Schwerpunkt bei Getreide mit einer Erweiterung auf Zuckerrüben, Erbsen und Raps. Nach unseren Erfahrungen wären Mais und Kartoffeln vordringlicher als Erbsen, insbesondere daher, weil künftig auch mechanische Massnahmen und Unkrautunterdrückung durch Bodenbedeckung mit lebendem oder totem Mulch berücksichtigt werden sollen.

Das Ziel, die gesamten Herbizid-Aufwandmengen im Getreidebau von 30 bis 50 % ohne wesentlichen Wirkungsverlust zu reduzieren, erscheint realistisch, wenn der Einsatz des Programmes mit einer Teilfeldbehandlung und mechanischer Unkrautbekämpfung kombiniert wird. Nach den Erfahrungen 1993 ist auch die Akzeptanz bei den Bauern und Beratern deutlich gestiegen.

DANK

Für die finanzielle Unterstützung der Projekte sei insbesondere dem BUWAL und der SGCI gedankt. Die ausgedehnten Praxisprüfungen konnten nur dank der Mitarbeit verschiedener Pflanzenschutz-Fachstellen aus der Deutschschweiz und der Romandie durchgeführt werden. Die Teilnahme am EU-Programm ist dank der Förderung durch das Bundesamt für Bildung und Wissenschaft möglich.

LITERATUR

Baandrup M., 1990. Advisory computer system for weed control. Proc. EWRS Symp. Helsinki, 443-450.

Rydahl P., 1995. Computer assisted decision making. Proc. EWRS Symp. Budapest. Vol. 1, 29-37.

SGCI., 1994. Statistiques commerciales, Produits de traitements de Plantes. Schweiz. Ges. für Chemische Industrie.