

Moderne Landwirtschaft und Herbizide

Modern Agriculture and Herbicides

Edmund Köhler

BASF Aktiengesellschaft, Landwirtschaftliche Versuchsstation, Postfach 220, D-6703 Limburgerhof

Z. Naturforsch. **34c**, 895–899 (1979); eingegangen am 1. Juni 1979

Modern Agriculture, Development of Chemical Weed Control, Cause for Increasing Herbicide Usage, Substitution of Human Labor by Chemicals

Weeds and their control were mentioned already in the Bible. For hundreds of years weed control was performed by hand, with tools and machines. Since more than thirty years "Chemistry" has been helping out to a steadily increasing degree. More than 100 different active substances are available for this purpose today.

The use of herbicides has grown at this tremendous rate because many of the people formerly employed in "Farming" discovered that other sectors of the economy offered better opportunities for earning an income with shorter hours and more pleasant working conditions; so they gradually left agriculture. In view of the lack of any other solution farmers had to use chemistry to substitute for the absence of sufficient manpower.

A reversal of this development is hardly to be expected in spite of the growing popularity of the environmentalists' slogan "Back to Nature". For one thing, the rationalization that was more or less forced on agriculture finally helped the farmer approach the high standard of living enjoyed by the rest of society.

Agriculture without chemical weed control would only become plausible if the people working in agriculture were again willing to accept longer workdays and greater discomfort (dust, dirt, wet and cold) and to agree voluntarily to waive a portion of their potential income. The resultant unit production costs in that case would mean that the consumer would have to also be willing to spend more for food and thus cut back the share spent on other items related to a high quality of living, such as leisure time, holidays and cultural activities.

As the realization of these preconditions sharply contradicts the progressive nature of man and the trends of history, herbicides will maintain their position in agriculture. However, we are all called upon to integrate the use of chemical weed control agents with other cultural practices available in an economically and biologically responsible manner. Successful basic research must remain the foundation of social progress, and this in turn must create the financial prerequisites for flourishing basic research.

Einleitung

Die Geschichte der Unkrautbekämpfung ist so alt wie die Geschichte des Unkrauts. Der älteste und wohl auch bekannteste Hinweis auf das Unkraut und dessen Bekämpfung in unserem Kulturkreis steht im Matthäus-Evangelium, Kap. 13, Verse 28–30. Dort heißt es: „Woher hat er – der Acker – denn das Unkraut?“ ... Da sprachen die Knechte: „Willst Du denn, daß wir hingehen und es ausjäten?“ Aber er sprach: „Nein! Auf daß Ihr nicht zugleich den Weizen mit ausraufet, so Ihr das Unkraut ausjätet.“

Aus diesem biblischen Gleichnis lassen sich die beiden folgenden Erkenntnisse ableiten:

- a) Bereits vor über 2000 Jahren hatten Menschen in Vorderasien gelernt, Nutzpflanzen von Schadpflanzen – sprich Unkräuter – zu unterscheiden.

- b) Schon damals war klar, daß der allein nach *optischen* Gesichtspunkten auswählende Griff mit der Hand zum Unkraut im Getreidefeld offenbar nicht immer selektiv genug ist.

Auch die seit Ende des letzten Jahrhunderts in den heutigen Industrieländern praktizierte *mechanische* Unkrautbekämpfung mit landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten befriedigte die diesbezüglichen Bedürfnisse der Landwirtschaft nicht voll, zumindest nicht hinsichtlich der Selektivität. Freilich brachte sie bedeutsame Rationalisierungserfolge im Kampf gegen das Unkraut und war gleichzeitig ein wichtiger Schritt zur Humanisierung der Landarbeit.

Erst in den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts gelang es in größerem Stil, mit Hilfe der Phenoxyfettsäuren 2,4-D und MCPA das Unkraut in Getreide nach *chemischen* Gesichtspunkten auszuwählen und zu greifen. Allerdings gab es schon vor dieser Zeit intensive Bemühungen, die Unkrautbekämpfung mit chemischen Mitteln zu lösen, wie folgende Beispiele zeigen:

Sonderdruckanforderungen an Dr. Edmund Köhler.
0341-0401 / 79 / 1100-0895 \$ 01.00/0



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

1. Um die Jahrhundertwende versuchte man bereits mit Schwefelsäure, Eisensulfat und Salpetersäure, einjährige Unkräuter in Getreide chemisch zu jäten. Die Selektivität dieser Produkte war aber zu schlecht.
2. Anfang dieses Jahrhunderts operierte man auf der Suche nach chemischer Selektivität viele Jahre lang ohne größeren Erfolg mit Arsenaten.
3. Es folgten Arbeiten mit Mineralölen und Natriumchlorat. Selektive Mittel waren aber durch-aus nicht zu machen.
4. Im Jahr 1925 operierten wir in Limburgerhof erstmals mit einer Mischung aus Ammoniumchlorid und Kupfersalzen. Bei den in Verbindung damit durchgeführten Bodenuntersuchungen wurden wir fündig: Aber nicht in Gestalt eines selektiven Herbizids, sondern von Resten einer römischen Siedlung an der alten Römerstraße von Speyer nach Monsheim.
5. In den dreißiger Jahren erkannte man schließlich die selektiven Eigenschaften der Nitrophenole sowie die herbizide Nebenwirkung der Düngemittel Kalkstickstoff und Kainit. Das war der erste Lichtblick auf dem Weg zu einer befriedigenden chemischen Unkrautbekämpfung.

Nach über dreißigjähriger intensiver Herbizidforschung stehen heute mehr als 100 verschiedene Wirkstoffe im praktischen Einsatz. Über sie haben wir die Unkrautbekämpfung in allen wichtigen landwirtschaftlichen Kulturen via Chemie einigermaßen im Griff. Von besonderer Bedeutung sind

ca. 20 Aniline, wie Trifluralin oder Alachlor;

ca. 10 Harnstoffe, wie Diuron, Linuron oder Methabenzthiazuron;

ca. 20 Carbaminsäureester, wie Phenmedipham, Diallate, Triallate oder Butylate;

ca. 20 Säurederivate, wie 2,4-D/MCPA, TCA, Dalapon oder Glyphosate und

ca. 20 Heterocyclen, wie Paraquat, Chloridazon, Atrazin, Simazin, Bentazon oder Metribuzin.

Umfang des Herbizideinsatzes

Wie aus Übersicht I ersichtlich ist, hat der Umfang des Herbizideinsatzes in dem genannten Zeitraum rasant zugenommen.

In allen großen landwirtschaftlichen Kulturen der Industrieländer erfolgt die Unkrautbekämpfung heute zu einem hohen Prozentsatz chemisch.

Unter dem Einfluß der gestiegenen Bedürfnisse unserer Gesellschaft im Hinblick auf

kürzere Arbeitszeit,
leichtere Arbeit,
sauberere Arbeit,
geregelte Arbeitszeit,
höhere Einkommen sowie
veränderte Eßgewohnheiten

hat sich der flächenmäßige Anbau der Kulturen erheblich verändert. Das gilt für die Bundesrepublik Deutschland genauso wie für die USA.

Die für uns klassische Formulierung: „Getreide ist Unkrautbringer, Hackfrucht ist Unkrautzwinger“ hat durch die Möglichkeit chemischer Unkrautbekämpfung ihre Gültigkeit verloren. Dank der Chemie konnten die Hackfrüchte in der Fruchtfolge anteilmäßig zurückgenommen werden, ohne die Unkrautgefahr nachhaltig zu erhöhen. Heute müßte man vielleicht sagen: „Schlechte Feldbestände an

Kultur	1950		1977	
	Anbaufläche, Mio. ha	Mit Herbiziden behandelte Fläche, % (ca.-Werte)	Anbaufläche, Mio. ha	Mit Herbiziden behandelte Fläche, % (ca.-Werte)
Bundesrepublik Deutschland				
Getreide	4,404	unter 5	5,294	90
Kartoffeln	1,141	0	0,415	35
Zuckerrüben	0,193	0	0,430	100
Sonderkulturen, z. B. Weinbau	0,065	0	0,085	50
USA				
Mais	32,185	0	28,330	90
Baumwolle	7,790	0	5,366	85
Soja	5,802	nahe 0	23,425	88

Übersicht I. Entwicklung der chemischen Unkrautbekämpfung 1950–1977 in einigen wichtigen Kulturen in der Bundesrepublik Deutschland und den USA, bezogen auf die Anbaufläche.

Halm- und Hackfrüchten sowie Wirkungslücken bei chemischen Unkrautbekämpfungsmitteln sind Unkrautbringer, guter Acker- und Pflanzenbau in Verbindung mit chemischer Unkrautbekämpfung sind Unkrautzwinger.“

Das heutige Marktvolumen für Herbizide (Verbraucherbasis) dürfte weltweit in der Größenordnung von 7–8 Mrd. DM liegen. Diese Ausgaben verteilen sich auf die drei großen Nationenblöcke wie folgt:

Westliche Welt	4,5 – 5,5 Mrd. DM,
Ostblock	ca. 1 Mrd. DM,
Entwicklungsländer	ca. 1,5 Mrd. DM.

Die Weltproduktion an Herbiziden liegt heute mit Sicherheit in einer Größenordnung von über 200 000 t Wirkstoff pro Jahr.

Die Ursachen der wachsenden Herbizidanwendung liegen in der Arbeitswirtschaft

Hierzu einige wichtige Kenndaten aus der Bundesrepublik Deutschland über Lohnsituation, Jahresarbeitszeit und Arbeitsbedingungen in Landwirtschaft und gewerblicher Wirtschaft (Übersichten II und III).

Übersicht II. Entlohnung vergleichbarer Arbeitskräfte in Landwirtschaft und gewerblicher Wirtschaft (Chemische Industrie)

Tariflöhne	Jahr 1950/51, DM	Jahr 1976/77, DM
Landarbeiter	0,82	7,49
Industriearbeiter	1,56	12,44

Übersicht III. Tarifliche Jahresarbeitszeiten in Landwirtschaft und gewerblicher Wirtschaft (Chemische Industrie).

Tarifliche Jahresarbeitszeit	Jahr 1950/51, Std.	Jahr 1976/77, Std.
Landarbeit	2750	2248
Industriearbeit	2503	2086

Die Arbeitsbedingungen sind in Zahlen schwer faßbar. Unbestritten haben sich jedoch die Arbeitsbedingungen in anderen Bereichen der Wirtschaft viel rasanter verbessert als in der Landwirtschaft. Erinnert sei nur an die größere Arbeitssicherheit, an die Gewährung von Lästigkeitszulagen bei Schmutz und Lärm sowie von Körperschutzmitteln (Arbeits-

kleidung, Waschmittel). Diese Sonderleistungen hatten ihren Ursprung fast immer im gewerblichen Sektor.

Hinsichtlich der Attraktivität der Arbeit resultiert daraus:

1. Die durchschnittlichen Verdienstmöglichkeiten waren in der Landwirtschaft 1950 und noch 1976/77 ungünstiger als in der chemischen Industrie (Beispiel für den gewerblichen Sektor) und sicher auch als im Dienstleistungsbereich.
2. Die tarifliche Jahresarbeitszeit in der Landwirtschaft war 1950/51 um rund eine Stunde pro Tag länger als in der chemischen Industrie. Diese Situation hat sich nur graduell etwas verbessert, nicht prinzipiell.
3. Die Humanisierung der Arbeitsplätze in der Landwirtschaft vollzog sich gegenüber dem gewerblichen Sektor mit einer zeitlichen Phasenverschiebung.

Aus diesen rein materiellen und auch anderen emotionalen Gründen verschlechterte sich das Arbeitsangebot in der Landwirtschaft daher zunehmend, wie Übersicht IV für die Bundesrepublik Deutschland ausweist.

Übersicht IV. Landwirtschaftliche Arbeitskräfte in der Bundesrepublik Deutschland zu Beginn der modernen Herbizidanwendung und heute.

Verfügbare Arbeitskräfte	Wirtschaftsjahr 1950/51	Wirtschaftsjahr 1976/77
insgesamt	3,885 Mio.	1,084 Mio.
je 100 ha Ackerfläche	48	14

Eine Umkehrung dieses Trends ist, trotz des zunehmenden romantischen Rufs „Zurück zur Natur“, kaum zu erwarten. Er trägt auf breiterer Ebene mit Sicherheit nicht die vergleichsweise harten Realitäten in der landwirtschaftlichen Produktion. Andererseits werden wir wegen der bäuerlichen Agrarstruktur und der Topographie in der Bundesrepublik nie eine solche Großflächenlandwirtschaft wie z. B. in den Ländern des Ostblocks oder in den USA betreiben können. Das verursacht zwar höhere Produktionskosten, gibt uns aber auch die Chance zu einer vernünftigen Synthese zwischen Ökonomie und Ökologie.

Betriebswirtschaftliche Zwänge brachten gesellschaftlichen Nutzen

Durch den zunehmenden Mangel an Arbeitskräften waren viele landwirtschaftlichen Betriebe in den fünfziger und sechziger Jahren gezwungen, nach geeignetem Ersatz für die Bewältigung der Arbeit zu suchen: Herbizide konnten die nicht mehr verfügbare Arbeitskraft teilweise ersetzen. Und mit 10 DM für Herbizide konnten die Landwirte mehr und wirksamer Unkraut bekämpfen als mit 10 DM für menschliche Arbeitskraft. Dieser finanzielle Vorteil schaffte bis heute den ausschlaggebenden Anreiz für einen immer weiter zunehmenden Herbizideinsatz. Die Produktionserlöse pro Flächeneinheit nahmen infolgedessen stärker zu als der hierfür erforderliche Aufwand. Es blieb also mehr Geld übrig. Davon profitierten sowohl die Arbeitnehmer in der Landwirtschaft in Form von höheren Löhnen und Gehältern als auch die Arbeitgeber. Erst durch diese erzwungene Rationalisierung und angemessene staatliche Rahmenbedingungen gelang es schließlich den in der Landwirtschaft tätigen Menschen, einigermaßen Anschluß an die allgemeine Wohlstandsentwicklung unserer Gesellschaft zu halten. Einen Eindruck von dieser Zwangslage, die letztlich allen an diesem Prozeß Beteiligten Nutzen brachte, zeigt eine einfache Modellrechnung am Beispiel des Zuckerrübenanbaues (Übersicht V).

	Wirtschaftsjahr 1950/51	Wirtschaftsjahr 1976/77	
Durchschnittlicher Rohrertrag, DM/ha	2400	4500	
Tariflicher Stundenlohn eines Landarbeiters, DM	0,82	7,49	
Pflegemaßnahmen je ha in Stunden	ca. 130	110 15	ohne Herbizide mit Herbizide (n)
Pflegekosten je ha in DM	ca. 107	750 450	ohne Herbizide mit Herbizide (n)
Pflegekosten in % vom Rohrertrag	ca. 4—5	17 10	ohne Herbizide mit Herbizide (n)

* Bei jeweils angemessener Agrartechnik.

Wie geht die Entwicklung weiter?

Natürlich wäre eine Landwirtschaft künftig auch ohne chemische Unkrautbekämpfung denkbar, aber nur unter folgenden Voraussetzungen:

- Wenn die in der *Landwirtschaft tätigen Menschen* bereit wären,
in größerem Umfang wieder schmutzige Arbeit zu verrichten, in Nässe und Kälte und viel länger als unter heutigen Arbeitsbedingungen auf dem Feld zu sein und
mit krummem Rücken und auf den Knien zu jäten.
- Wenn die *Erzeuger*, sprich die Bauern,
weniger intensive Anbauformen wählen würden oder könnten, etwa vielgliedrigere Fruchtfolgen mit mehr Kartoffeln. Doch wohin mit so viel Kartoffeln, wenn in unserer Wohlstandsgesellschaft kein Bedarf dafür vorhanden ist? Wer soll bei mehr Feldfutter das zusätzliche Vieh pflegen und gegebenenfalls das Mehr an Milch trinken?
andere Reihenabstände wählen würden oder könnten, die eine bessere mechanische Unkrautbekämpfung zulassen würden — doch dann würde der Energiebedarf pro ha wieder zunehmen.
freiwillig auf mögliche Einkünfte verzichten und sich damit im Vergleich zu anderen Bevölkerungsgruppen mit einem geringeren Wohlstand begnügen würden.

Übersicht V. Kosten für Pflegemaßnahmen (einschließlich Unkrautbekämpfung) bei Zuckerrüben in den Jahren 1950/51 und 1976/77.

- Wenn die *Verbraucher* bereit wären und die Politiker die entsprechenden Weichen stellten, wieder mehr für ihre Ernährung auszugeben und dafür weniger für andere Lebensqualitäten, wie Urlaub, Freizeit oder Bildung.

Es widerspricht aller Erfahrung, daß eine derartige Vorstellung realistisch ist.

Deshalb wird es künftig nur graduelle Veränderungen geben. Die Herbizide bleiben der Baustein, auf den das System der modernen Landwirtschaft angewiesen ist wie ein modernes Hochhaus auf den Lift. Der Lift in einem Hochhaus ist, wie die Herbizide, von den Kosten her ein verhältnismäßig unbedeutender Faktor. Aber ohne Lift funktioniert das Hochhaus genausowenig wie unsere heutige Landwirtschaft ohne Herbizide. Selbstverständlich müssen diese Herbizide so verbraucher- und umweltfreundlich sein, wie es nach dem Stand des naturwissenschaftlichen Wissens, der Technik und aller bisherigen Erfahrungen möglich ist. Und sie müssen in den Ablauf der übrigen landwirtschaftlichen Maßnah-

men ökonomisch *und* biologisch sinnvoll integriert werden.

Diese permanenten Bemühungen zu immer besserer Übereinstimmung von Wunsch und Wirklichkeit in der Praxis gelingen um so schneller und vollender, je erfolgreicher die Grundlagenforschung betrieben wird. Nur über sie als Basis jeden technischen Fortschritts und nur über eine wirtschaftliche Nutzung dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse auf allen Forschungsebenen entwickelt sich persönlicher Wohlstand und sozialer Fortschritt — und nur dieser wiederum schafft die finanziellen Voraussetzungen für eine blühende Grundlagenforschung. In der Biologie brauchen wir sie nötiger denn je; denn es geht um nachwachsende Energie aus der Landwirtschaft. Daran hängt in hohem Maße unsere Zukunft.