

Sonderdruck aus „Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau“

[Z. Acker- u. Pflanzenbau (J. Agronomy & Crop Science) 148, 418—429, 1979]

Alle Rechte, aus die des auszugsweisen Nachdruckes, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

*Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München,
Freising-Weihenstephan*

**Bewegungsrichtung und Verteilung
von ^{14}C -Assimilation in Sproß und Wurzeln
von *Rumex obtusifolius* L. und *Polygonum bistorta* L.
als Indikatoren für eine termingerechte Herbizidanwendung**

Von

H. IMHOFF und G. VOIGTLÄNDER

*Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München,
Freising-Weihenstephan*

**Bewegungsrichtung und Verteilung
von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln
von *Rumex obtusifolius* L. und *Polygonum bistorta* L.
als Indikatoren für eine termingerechte Herbizidanwendung**

Von

H. IMHOFF und G. VOIGTLÄNDER

Mit 8 Abbildungen und 2 Tabellen

Eingegangen am 20. Juni 1979

I. Einleitung und Problemstellung

Stumpflättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) und Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta* L.) sind mehrjährige Unkräuter des Dauergrünlandes. Der Stumpflättrige Ampfer hat sich im süddeutschen Raum stark ausgebreitet und stellt in Südbayern die Problempflanze Nummer eins auf Dauergrünland dar.

Systemische Herbizide gewinnen zur Bekämpfung dieser Unkräuter zunehmend an Bedeutung. Mehrjährige sind gegenüber systemischen Herbiziden aber nur in bestimmten Entwicklungsphasen empfindlich. In anderen Wachstumsabschnitten erweisen sie sich als resistent (RADEMACHER 1953, WEHSARG 1954). Für eine erfolgreiche Bekämpfung ist es daher notwendig, die herbizidempfindlichen Entwicklungsabschnitte zu kennen (KURTH 1971). Nachhaltig geschädigt werden die mehrjährigen Unkräuter nach derzeitiger Auffassung nur dann, wenn der Wirkstoff in die Rhizome und Wurzeln gelangt. Man geht davon aus, daß in der Pflanze systemische Herbizide mit dem Phloemstrom transportiert werden (CRAFTS und YAMAGUCHI 1964). Der Erfolg einer chemischen Bekämpfung hängt demnach von der Intensität und der Richtung des Phloemstroms ab, mit dem die Assimilate in die Wurzel transportiert werden (MÜLLER 1969; KÜHBAUCH, SÜSS und LANG 1975).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Intensität und Richtung des Assimilatestroms in der Pflanze in verschiedenen Wachstumsstadien nach $^{14}\text{CO}_2$ -Begasung anhand der ^{14}C -Assimilate in Sproß und Wurzeln der Pflanze während des Wachstums festzustellen. Darüber hinaus sollte am Beispiel des Ampfers durch einen praxisnahen Bekämpfungsversuch mit „Asulox“ (Wirkstoff Asulam) überprüft werden, inwieweit Bekämpfungswirkung, Richtung und Intensität des Assimilatestroms parallel laufen.

II. Material und Methoden

Die Anzucht des Pflanzenmaterials, das Verfahren der $^{14}\text{CO}_2$ -Begasung, die Probenahme und die Untersuchung der verschiedenen Pflanzenteile auf die ^{14}C -Aktivität wurde in früheren Arbeiten bereits beschrieben (VOIGTLÄNDER et al. 1977).

Im vorliegenden Fall wurden die Versuchspflanzen für den Bekämpfungsversuch im Herbst 1975 auf einer Wiese in der Umgebung von Freising ausgegraben. Es handelte sich um Pflanzen mit kräftiger Pfahlwurzel und wenigen Nebenwurzeln. Auf einem gepflügten und beackerten Parabraunerdeboden wurde der Ampfer in sieben Parzellen zu je 24 Pflanzen in einem Abstand von 1×1 m ausgepflanzt. Zwischen den Pflanzenreihen wurde gefräst und gehackt, um die Konkurrenz anderer Unkräuter auszuschalten. Die Startdüngung betrug 40 kg N/ha. Bis zum Spritztermin entwickelten sich unterschiedlich große Individuen, die einzeln bonitiert wurden.

Der Versuchsplan enthielt folgende Varianten:

Stadium	Zeitpunkt der Herbizidanwendung
I	Vegetative Entwicklung vor der Sproßstreckung
II	Sproßstreckung
III	Blüte
IV	Samenreifung am Hauptsproß
V	Wiederaustriebphase im Spätsommer
VI	Im Spätherbst

Gespritzt wurde mit einer $2\frac{1}{2}$ l fassenden Kolbenspritze mit Flachstrahldüse. Eine Hälfte einer jeden Parzelle wurde mit der empfohlenen, die andere Hälfte mit der halben empfohlenen Dosierung gespritzt. Dementsprechend wurde Ampfer mit 4 l Asulox/ha in 500 l H_2O und 2 l Asulox/ha in 500 l H_2O behandelt.

Der Bekämpfungserfolg wurde einmal im Herbst 1976 und ein zweites Mal im Frühjahr 1977 bonitiert.

III. Ergebnisse

Die Einteilung des Pflanzenkörpers in Sproß und Wurzel und die in ihnen gemessenen Impulsraten je Minute sind in den Abbildungen 1 bis 8 mit Pfeilen verschiedenen Flächeninhalts ein, drei und sieben Tage nach der Begasung mit $^{14}\text{CO}_2$ an jeweils zwei verschiedenen Individuen dargestellt. Die nebeneinander angeordneten Pfeile stellen Parallelbestimmungen dar. Bei der Berechnung der gemessenen Impulse je Minute in Sproß und Wurzel wurde die Impulsrate des begasteten Blattes nicht berücksichtigt, um nur translozierte ^{14}C -Verbindungen zu erfassen und die bevorzugte Translokationsrichtung zu erkennen. Die in die Wurzel translozierte Impulsmenge ist in Prozent der Gesamtimpulse (Sproß + Wurzel ohne begastetes Blatt) angegeben.

A. Stumpfblättriger Ampfer

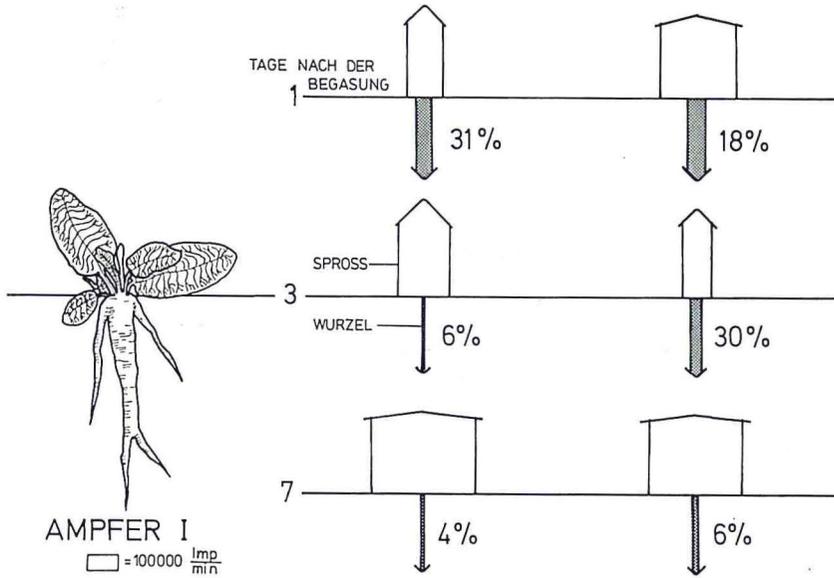


Abb. 1. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Ampfer (*Rumex obtusifolius*) zum Zeitpunkt der Rosettenbildung
Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of the broad leaved dock (*Rumex obtusifolius*) at the time of rosette formation

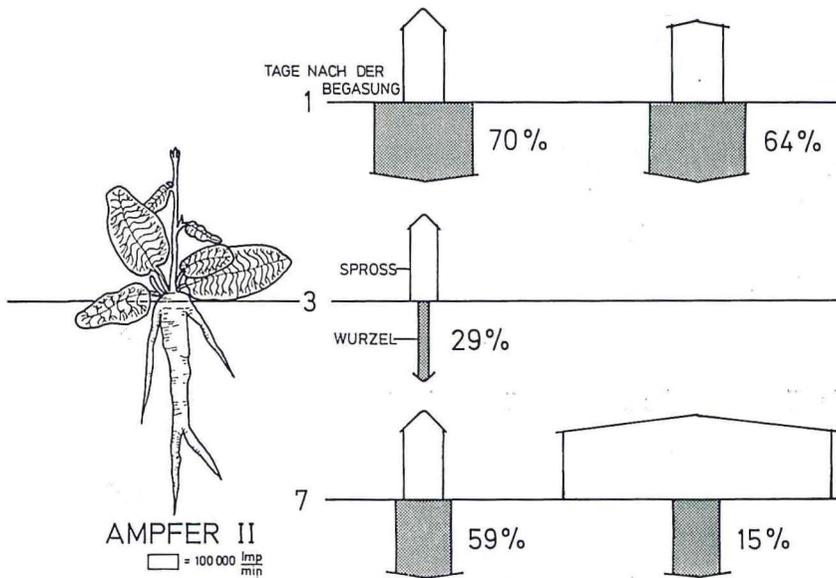


Abb. 2. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Ampfer (*Rumex obtusifolius*) zum Zeitpunkt der Sproßachsenstreckung
Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of the broad leaved dock (*Rumex obtusifolius*) at the time of shoot elongation

In Abbildung 1, vor der Sproßstreckung, ist eine für Ampfer mit durchschnittlich 100 000 I/min eher geringe Einlagerung von ^{14}C -Assimilaten in die gesamte Wurzel ersichtlich. Der prozentuale Impulsanteil der Wurzel geht in den parallel untersuchten Individuen von 31 % und 18 % am ersten Tag auf 4 % und 6 % am siebenten Tag zurück.

Die Ampferpflanzen, deren Sproß sich streckt, zeigen einen eindeutig basipetalen Transport von ^{14}C -Kohlenhydraten (Abb. 2). Die insgesamt eingelagerte Aktivität ist gegenüber dem ersten Entwicklungsstadium der Ampferpflanze (vgl. Abb. 1) deutlich höher. Auch der Anteil der Wurzeln an der Gesamtaktivität hat deutlich zugenommen, und zwar auf 64 % und 70 % am ersten Tag, 29 % am dritten und 59 % bzw. 15 % am siebenten Tag.

Die Abbildung 3, während der Blüte, zeigt eine starke Verringerung der insgesamt aufgenommenen Aktivitätsmenge. Der durchschnittliche prozentuale Impulsanteil der Wurzel beträgt nur 21 %.

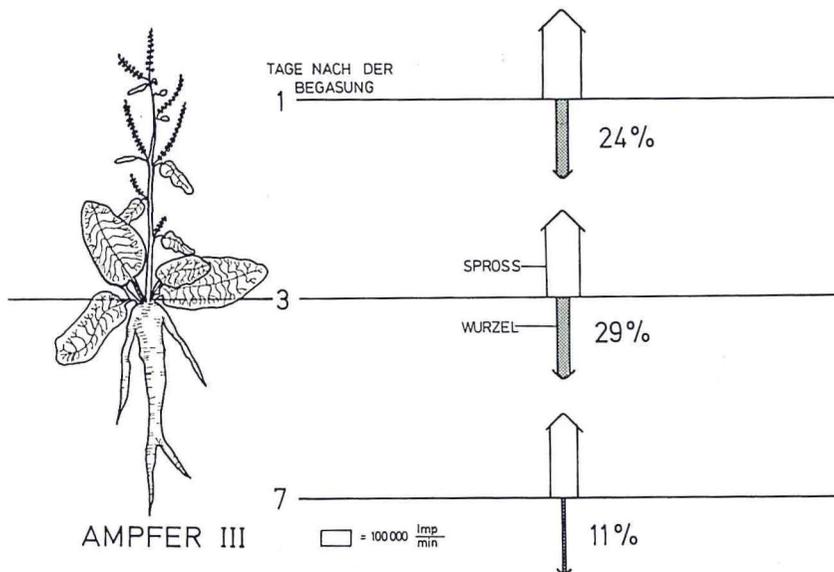


Abb. 3. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Ampfer (*Rumex obtusifolius*) zum Zeitpunkt der Blüte

Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of the broad leaved dock (*Rumex obtusifolius*) at the time of flowering

Dieser Prozentanteil verringert sich zur Zeit der Samenreife noch weiter auf durchschnittlich 16 % (Abb. 4). Diese Entwicklung muß jedoch im Zusammenhang mit dem hohen Anstieg der gesamten Photosyntheseleistung der Pflanzen gesehen werden.

Aus der Abbildung 5, die das Verhalten von Ampferpflanzen während des Wiederaustriebs darstellt, ist trotz individuell verschiedenen Verhaltens ein

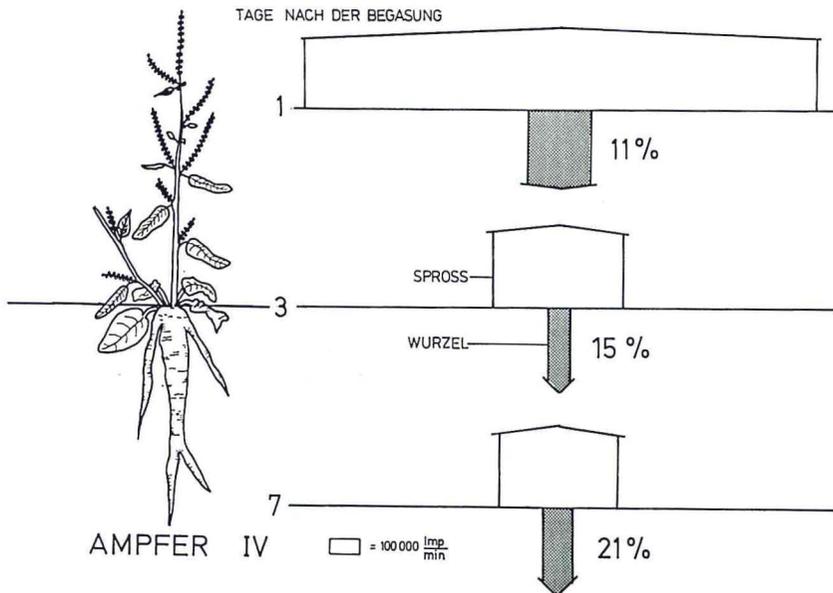


Abb. 4. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Ampfer (*Rumex obtusifolius*) zum Zeitpunkt der Samenreife
Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of the broad leaved dock (*Rumex obtusifolius*) at the time of seed ripening

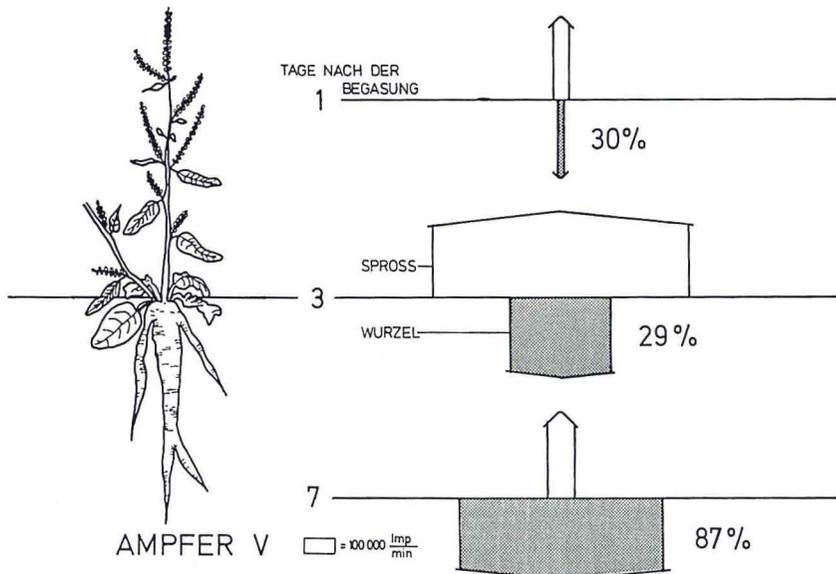


Abb. 5. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Ampfer (*Rumex obtusifolius*) zum Zeitpunkt des Wiederaustriebs
Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of the broad leaved dock (*Rumex obtusifolius*) at the time of secondary tillering

kräftiger basipetaler ^{14}C -Assimilatestrom abzulesen. Die Photosyntheseleistung ist in diesen Austrieben erheblich; der Anteil der Wurzel an der ^{14}C -Gesamtaktivität nimmt von 30 % und 29 % am ersten und dritten Tag auf 87 % am siebenten Tag zu.

B. Wiesenknöterich

Im Rosettenstadium zeigt der Wiesenknöterich ein einheitliches Bild in der Verteilung der ^{14}C -Assimilate (Abb. 6). Während am ersten Tag nur 17 % der insgesamt noch sehr geringen Radioaktivität in der Wurzel zu finden sind, ergibt sich am dritten Tag nach der Behandlung bei einer höheren Gesamtaktivität in zwei Pflanzen ein Anteil der Wurzel von 72 % und 91 %. Am siebenten Tag steigt die in Sproß und Wurzel aufgenommene Gesamtaktivität weiter an; der in die Wurzel gelangte Anteil wurde mit 54 % und 47 % ermittelt.

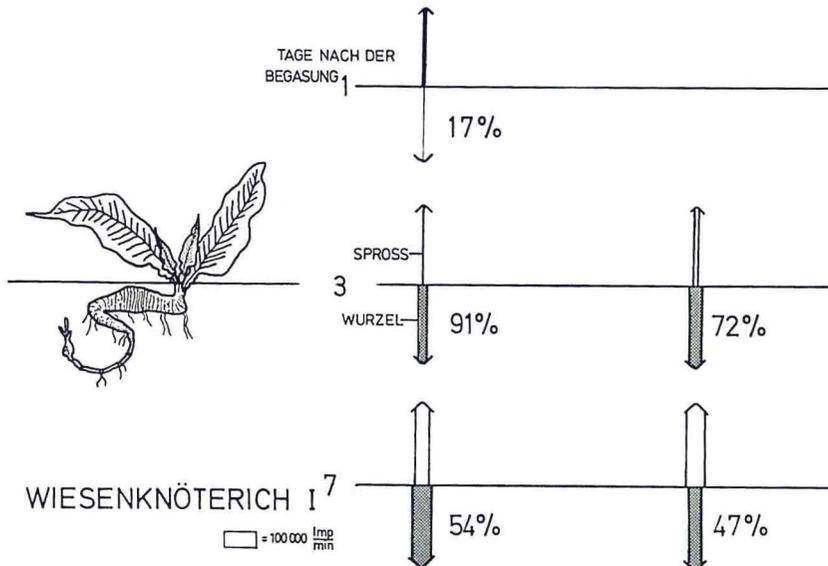


Abb. 6. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*) zum Zeitpunkt der Rosettenbildung

Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of common bistort or snake weed (*Polygonum bistorta*) at the time of rosette formation

Während der Blüte vermag der Wiesenknöterich offenbar weder in den Sproß noch in die Wurzel eine nennenswerte Assimilatmenge einzulagern (Abb. 7). Die wurzelorientierte ^{14}C -Einlagerung steigt zwar vom ersten bis zum siebenten Tag von 25 % auf 61 % bzw. 69 %, jedoch ist die in Sproß und Wurzel transportierte Impulsmenge äußerst gering.

Die basipetale Orientierung des Assimilatestroms wird in der Samenreife deutlich (Abb. 8). Dieses Stadium ist offenbar das weitaus günstigste für die

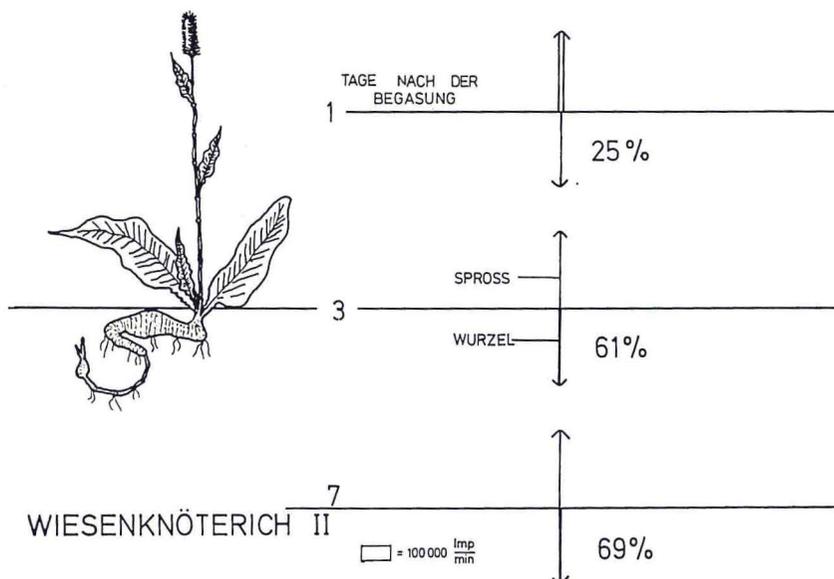


Abb. 7. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*) zum Zeitpunkt der Blüte

Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of common bistort or snake weed (*Polygonum bistorta*) at flowering

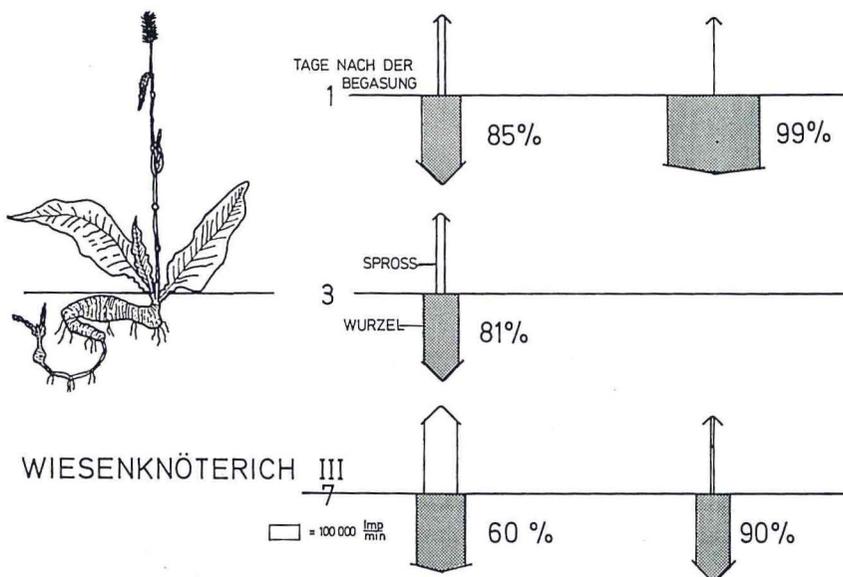


Abb. 8. Verteilung von ^{14}C -Assimilaten in Sproß und Wurzeln von Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*) zum Zeitpunkt der Samenreife

Distribution of ^{14}C assimilates in shoots and roots of common bistort or snake weed (*Polygonum bistorta*) at seed ripening

Assimilattranslokation in die Wurzel. Das zeigt sowohl die Höhe der Gesamtimpulse als auch der in die Wurzel eingelagerte Aktivitätsanteil, der schon einen Tag nach $^{14}\text{CO}_2$ -Applikation eine Rate von 99 % erreicht.

IV. Diskussion

In einer früher veröffentlichten Arbeit (VOIGTLÄNDER et al. 1977) hatten wir versucht, die Wirkung von Phenoxyherbiziden anhand der in den verschiedenen Pflanzenteilen auftauchenden spezifischen Aktivität =

$$\frac{\text{Impulse}}{\text{Gramm Trockenmasse}}$$

sowohl von ^{14}C -Assimilaten nach $^{14}\text{CO}_2$ -Begasung als auch von ^{14}C -Herbiziden zu interpretieren. Dabei gingen wir davon aus, daß die Wirkstoffkonzentration, bezogen auf die Pflanzenmasse, entscheidend ist für den Erfolg einer Herbizidanwendung. Es stellte sich jedoch heraus, daß die Interpretation der Herbizidwirkung damit nicht vollkommen schlüssig möglich ist (vgl. Ampfer Entwicklungsstadium II). Offenbar spielt das Entwicklungsstadium ebenso wie die absolute in Sproß bzw. Wurzel gelangte Herbizidmenge eine wichtige Rolle, die die Wirksamkeit der Präparate bestimmt.

A. Ampfer

Aus den Abbildungen 1 bis 5 läßt sich entnehmen, daß im Ampfer ein starker basipetaler Transport vor allem in dem Stadium II zur Sproßstreckung und im Stadium V in der Wiederaustriebsphase (Austriebe im Frühherbst) stattfindet. Demzufolge erwarteten wir in diesen beiden Stadien eine optimale Wirkung von Herbiziden.

Tabelle 1 gibt eine Literaturübersicht zu Entwicklungsstadien von Ampfer, in denen ein optimaler Bekämpfungserfolg erzielt oder in denen ein starker basipetaler Assimilate- bzw. Herbizidstrom gefunden wurde. Ergebnisse, die von Bekämpfungsversuchen stammen, sind getrennt von solchen Ergebnissen aufgeführt, die in pflanzenphysiologischen Untersuchungen erzielt wurden.

In der Mehrzahl der angeführten Veröffentlichungen, die Ergebnisse aus Bekämpfungsversuchen beschreiben, wird das erste Stadium (Rosette), aber auch das fünfte (Neubildung einer Rosette im Spätsommer) empfohlen. Die Autoren, die mit Hilfe markierter Assimilate und Herbizide oder durch Untersuchung des Reservestoffgehaltes zu ihrer Aussage kommen, bevorzugen das zweite bis dritte Stadium. Daneben erwies sich in Untersuchungen von VOIGTLÄNDER, LANG und KÜHBAUCH und in der eigenen Arbeit das fünfte Stadium als günstig.

Gute Translokation bietet also nicht immer die Gewähr für eine optimale Bekämpfung. Es muß neben der guten Translokation in den Stadien II und III ein weiteres Prinzip existieren, das den Widerspruch zwischen kräftiger, basipetaler Translokation und geringer Empfindlichkeit zu erklären vermag. Nach unserem Dafürhalten kann es sich nur um eine in der Biochemie und

Physiologie der Pflanze begründete Resistenz handeln, ähnlich der zunehmenden Resistenz junger Samenpflanzen von *Rumex obtusifolius* gegenüber MCPB (Methyl-Chlor-phenoxy-buttersäure).

Tabelle 1 Literaturübersicht zu Entwicklungsstadien von Ampfer, in denen ein optimaler Bekämpfungserfolg erzielt wurde bzw. zu erwarten ist (I Rosettenstadium, II Stengelwachstum, III Blüte, IV Samenreife, V Wiederaustriebsphase)

Literature survey of the development stages in the broad leaved dock which optimum control success was achieved

(I Rosette stage, II Stem growth, III Flowering, IV Seed ripening, V Secondary tillering)

Autor	Art der Herbizide Versuchsmethodik	Entwicklungs- stadium	Bemerkungen
DIERCKS und JUNKER (1959, 1960, 1964)	MCPP Horstbehandlung (H)	I	Applikation auf den Wiederaufwuchs nach dem 1. und 2. Schnitt
BACHTHALER und DIERCKS (1968)	MCPP (H)	I	
Unkrautfibel SCHERING (1969)	MCPP (H)	I	25-30 cm Höhe, solange kein Blütenstengel vor- handen
BASF (o. J.) (ohne Jahresangabe)	MCPP Flächenbehandlung (F)	I	20-30 cm nach dem 1. u. 2. Schnitt bis spätestens Mitte September
BAYER (o. J.)	2,4 - DP	I	vor der Entwicklung des Blütenstengels
MAY und BAKER (o. J.)	„Asulam“ (F)	I - V	wenn Ampfer wächst und Blätter voll entwickelt sind
KOCH (1970)	MCPP (H)	I II	Behandlung nach dem 1., teilweise auch noch nach dem 2. Schnitt
NEURURER (1971)	„Asulam“ (F)	I	vor der Streckung des Blütenschaftes
WAGNER (1972)	„Asulam“ (F)	I V	
KEES (1973)	„Asulam“ (F)	I V	
IMHOFF (1978)	„Asulam“ (F)	I V	
<u>Pflanzenphysiologische Untersuchungen</u>			
MÜLLER (1969)	¹⁴ C-MCPA-Wanderung in der Pflanze	III	
VOIGTLÄNDER, LANG und KÜHBAUCH (1976)	Rückschluß aufgrund der Reservestoffgehalte	II V	
VOIGTLÄNDER, KÜHBAUCH und LANG (1977)	Rückschluß aufgrund der ¹⁴ C-Kohlenhydratwanderung in der Pflanze	II	
MÜLLER (in Vorbereitung)	¹⁴ C-Asulam-Wanderung in der Pflanze	II-III	
IMHOFF (1978)	Rückschluß aufgrund der ¹⁴ C-Kohlenhydratwanderung in der Pflanze		

Berichtigung: Am Ende der Spalte 3 „Entwicklungsstadium“ füge ein: II V

Im Stadium V, in welchem der Ampfer wieder neu austreibt, ist neben der basipetalen Translokation wieder eine hohe Empfindlichkeit der jungen Blätter und Triebe vorhanden. Ferner sprechen auch futterbauliche Vorteile, wie geringe Ertragsdepression und die lange natürliche Wartezeit bis zur nächsten Nutzung, für einen Bekämpfungszeitpunkt im fünften Stadium.

B. Wiesenknöterich

Die Angaben in der Literatur über den optimalen Bekämpfungszeitpunkt des Wiesenknöterichs (Tab. 2) sind im Gegensatz zu denen des Stumpfblättrigen Ampfers recht einheitlich. Wiesenknöterich hat nach eigenen Resultaten zur Zeit der Samenreife (hier Stadium III), wenn Stengelwachstum und Blüte zugleich erfolgen, die stärkste Translokation von Assimilaten in das Rhizom und die Wurzelteile. Zur Zeit der Rosette (erstes Stadium) ist ebenfalls ein basipetaler Saftstrom vorhanden; er ist jedoch nicht so intensiv wie im Entwicklungsstadium III.

Tabelle 2 Literaturübersicht zu Entwicklungsstadien von Wiesenknöterich, in denen ein optimaler Bekämpfungserfolg erzielt wurde bzw. zu erwarten ist (I Rosettenstadium, II Stengelwachstum, III Blüte, IV Samenreife)

Literature survey of the development stages in common bistort or snake weed in which optimum control success was achieved (I Rosette stage, II Stem growth, III Flowering, IV Seed ripening)

Autor	Art der Herbizide Versuchsmethodik	Entwicklungs- stadium	Bemerkungen
BASF (o. J.)	Spritzung mit U 46 DP-Fluid	II - III	bei 15 - 20 cm Höhe
BAYER (o. J.)	Spritzung mit Hedonal DP	II - III	im 1. und 2. Aufwuchs auf voll entwickelte Pflanzen
VOIGTLÄNDER, LANG und KÜHBAUCH (1976)	Rückschluß aufgrund der Reservestoffgehalte	III	
VOIGTLÄNDER, KÜHBAUCH und LANG (1977)	Rückschluß aufgrund ¹⁴ C-Kohlen- hydratwanderung in der Pflanze	III	
IMHOFF (1978)	Rückschluß aufgrund ¹⁴ C-Kohlen- hydratwanderung in der Pflanze	III	

VOIGTLÄNDER, LANG und KÜHBAUCH (1976) und die Verfasser kamen auf zum Teil unterschiedlichem Wege zu übereinstimmenden Ergebnissen, wonach Wiesenknöterich im Stadium III, der Samenreife, den stärksten basipetalen Assimilatestrom aufweist und demzufolge in diesem Stadium mit Herbiziden zu behandeln ist.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Größe und der Orientierung des Assimilatestroms in Sproß und Wurzeln von Stumpfblättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) und Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta* L.) in ver-

schiedenen Entwicklungsstadien dieser beiden persistenten Unkräuter des Dauergrünlandes. Es war das Ziel der Untersuchungen, einen Beitrag zur Klärung der Frage nach dem optimalen Bekämpfungszeitpunkt zu leisten. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Im Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) findet in der Sproßstreckung und in der Wiederaustriebsphase im Spätsommer ein starker basipetaler Transport statt. Es zeigt sich aber im Vergleich mit Feldversuchen, daß in der Sproßstreckungsphase eine niedrige Herbizidempfindlichkeit gegeben ist. In der Wiederaustriebsphase wurde dagegen ein starker basipetaler Assimilatestrom und zugleich eine in Feldversuchen nachgeprüfte hohe Herbizidempfindlichkeit gefunden. Daher kann dieses Entwicklungsstadium zur Bekämpfung mit systemischen Herbiziden besonders empfohlen werden.
2. Im Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta* L.) verläuft der Assimilatestrom in der Zeit nach der Blüte verstärkt in die Wurzeln. Der günstigste Zeitpunkt für den Einsatz systemisch wirkender Herbizide ist also nach Abschluß der Blüte erreicht, wenn bereits neue Rosettenblätter gebildet worden sind.

Summary

Movement and Distribution of ¹⁴C Assimilates in the Shoots and Roots of *Rumex obtusifolius* L. and *Polygonum bistorta* L. as Indicator for Herbicide Usage

The work presented is concerned with the magnitude and the orientation of the assimilate stream in shoots and roots of broad leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) and common bistort or snakeweed (*Polygonum bistorta* L.) at different growth stages in both these persistent weeds of permanent grassland. The aim of the experiment was to provide information to the question of the optimal time for control of these species. The results may be summarised as follows:

1. For the broad leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) a stronger downward transport takes place during shoot elongation and during secondary tillering in late summer. In a comparative field experiment it was shown that the shoot elongation phase has a lower sensitivity to herbicide treatment. In the secondary tillering phase on the other hand there was a more pronounced downward assimilation stream and at the same time a high herbicide sensitivity as found in field controls. This stage of development can be especially recommended for control using systemic herbicides.
2. In common bistort or snake weed (*Polygonum bistorta* L.) the assimilate stream increases to the roots after flowering. The most favourable time for the application of systemic herbicides is thus after flowering when new rosette leaves are forming.

Literaturverzeichnis

- BACHTHALER, G., und R. DIERCKS, 1968: Chemische Unkrautbekämpfung auf Acker- und Grünland, 2. Aufl. BLV-Verlag, München.
- BASF AG., o. J.: Die Bekämpfung der wichtigsten Grünlandunkräuter.
- Bayer AG., o. J.: Bestandsverbesserung im Grünland mit Hedonal.
- CRAFTS, A. S., and S. YAMAGUCHI, 1964: The Autoradiography of Plant Materials. Calif. Agric. Exp. Sta., Extension Service Manual.
- DIERCKS, R., und H. JUNKER, 1959: Fortschritte in der Technik der Ampferbekämpfung. I. Mitt. Prakt. Blätter Pflanzenbau, Pflanzenschutz 54, 81—107.
- —, und — —, 1960: Fortschritte in der Technik der Ampferbekämpfung. II. Mitt. Prakt. Blätter Pflanzenbau, Pflanzenschutz 55, 105—117.
- —, und — —, 1964: Erfolgreiche Ampferbekämpfung auf Dauergrünland in Bayern. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. 16, 75—78.
- IMHOFF, H., 1978: Wanderung von ^{14}C -Assimilaten und ^{14}C -Herbiziden in persistenten Unkräutern des Dauergrünlandes. Diss. Weihenstephan, Lehrstuhl Grünlandlehre.
- KES, H., 1973: Kurzes Resümee der Versuchsbesichtigungen (Tagung über Unkrautbekämpfung vom 16.—18. Mai 1972). Bayer. Landw. Jb. 50, 627—637.
- KÜHBAUCH, W., A. SÜSS und V. LANG, 1975: Wanderung von ^{14}C -Assimilaten und ^{14}C -Herbiziden in Bärenklaupflanzen (*Heracleum sphondylium*). Angew. Bot. 49, 253—262.
- KOCH, W., 1970: Unkrautbekämpfung. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KURTH, H., 1971: Chemische Unkrautbekämpfung, 3. Aufl., E. Fischer-Verlag, Jena.
- MAY und BAKER, o. J., Technisches Merkblatt „Asulox“.
- MÜLLER, F., 1969: Zusammenhänge zwischen Entwicklungsalter, Kohlenhydrathaushalt und Transport von ^{14}C -MCPA bei einigen mehrjährigen Unkräutern. Z. Pflanzenkrankh. 76, 473—483.
- NEURURER, H., 1971: Neue Erfahrungen mit der Bekämpfung des Wiesenampfers. Pflanzenarzt 24. Österr. Agrarverlag, Wien.
- RADEMACHER, B., 1953: Das Verhalten der wichtigsten Grünlandpflanzen gegen herbizide Wuchsstoffe. Z. Acker- und Pflanzenbau 96, 415—456.
- Schering AG, 1969: Unkrautfibel Schering, Berlin.
- VOIGTLÄNDER, G., V. LANG und W. KÜHBAUCH, 1976: Zum Reservestoffwechsel des Stumpfblättrigen Ampfers (*Rumex obtusifolius*) und des Wiesenknöterichs (*Polygonum bistorta*). Landw. Forschg. 29, 109—117.
- —, W. KÜHBAUCH und V. LANG, 1977: Wanderung von ^{14}C -Assimilaten in Ampfer (*Rumex obtusifolius*) und Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*). Landw. Forschg. 30, 3—12.
- WAGNER, F., 1972: Gedanken zu den Herbizideinsätzen im Dauergrünland. Bayer. Landw. Jb. 49, 971—974.
- WEHSARG, O., 1954: Ackerunkräuter, Biologie, allgemeine Bekämpfung und Einzelbekämpfung. Akademie-Verlag, Berlin.

Anschrift der Verfasser: Dr. rer. nat. HANS IMHOFF und Prof. Dr. agr. GERHARD VOIGTLÄNDER, Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München, D-8050 Freising-Weihenstephan.