

## Krautvernichtungsverfahren für Pflanzkartoffeln

### Weniger oder ohne Herbizide – umweltschonend und kostengünstiger

Edward Irla und Gérard Gaillard, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Ruedi Schwärzel, Eidgenössische Forschungsanstalt für Pflanzenbau Changins (RAC), CH-1260 Nyon

Eine erfolgreiche Pflanzgutproduktion im Kartoffelbau erfordert neben einer fachgerechten Anbau- und Pflorgetechnik eine rechtzeitige und vollständige Krautvernichtung. Im Vordergrund stehen eine hohe Ausbeute und Qualität, eine gute Schalenfestigkeit und Lagerfähigkeit sowie die Gesundheit des Pflanzgutes. Letzteres setzt wirksame Pflanzenschutzmassnahmen voraus, die den Krankheiten wie Krautfäule, Rhizoctonia usw. vorbeugen und eine Virusinfektion sowie eine übermässige Spätverunkrautung der Dämme verhindern.

In FAT/RAC-Untersuchungen 1995 bis 1997 wurde mit mechanisch-chemischen Verfahren wie Krautschlagen und Spritzen meist eine

ausreichende Krautvernichtung erreicht. Mit der Kombination Krautschläger/Bandspritze konnte der Dinoseb-Wirkstoffverbrauch um 60% reduziert werden. Ein maschinelles Krautziehen – das besonders für Bio- und IP-Betriebe eine Alternativlösung darstellt – ist bezüglich Anbau- und Pflorgetechnik, Topographie, Witterung und Handhabung der Maschinen anspruchsvoller. Das umweltgerechte Verfahren kann allerdings bei guter jährlicher Auslastung der lohnmässig eingesetzten Maschinen auch zur Kosteneinsparung beitragen.

Der Verbrauch an nicht erneuerbaren Energieressourcen und die Luftbelastung durch Schadstoffemissionen sind beim Verfahren mit Band-

spritzung um rund 40% und beim Krautziehen um 50% kleiner als bei der Flächenspritzung. Die Werte bezüglich Bodentoxizität sind entsprechend der Präparateinsparung um 60% geringer oder gehen auf Null zurück.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Untersuchungsverlauf, Maschinen	2
Verfahrensvergleich	2
Arbeitsaufwand und Kosten	5
Energie- und Ökobilanz	6
Schlussfolgerungen	7
Literatur	7



Abb. 1. Mit der Kombination Krautschläger und Bandspritze kann der Herbizidverbrauch um 60% reduziert werden. Rechts: Durch Krautschlagen und -ziehen lässt sich an günstigen Standorten auch in einem Durchgang eine ausreichende mechanische Krautvernichtung erzielen.

## Problemstellung

Die Pflanzkartoffeln (Saatkartoffeln) stellen die höchsten Anforderungen an die Krautvernichtung. Im Gegensatz zu den übrigen Produktionsrichtungen muss das Kraut bei vollem Wachstum frühzeitig abgetötet oder beseitigt werden. Dies erfolgt in der Praxis meist nach einem Krautschlagen mit einer zweimaligen Flächenspritzung. Die Verwendung chemischer Abbrennmittel mit den Wirkstoffen Dinoseb oder Dinitrokresol ist wegen Gefährdung des Anwenders, Abbau- und Rückstandsproblemen Kritik ausgesetzt. In der EU ist Dinoseb seit 1992 verboten. In der Schweiz wird es vorläufig wegen seiner effizienten Wirkung und mangels geeigneter Alternativen für Pflanzkartoffeln noch toleriert. Bei RAC-Untersuchungen mit dem umweltverträglicheren Glufosinate wurde zwar das Kraut meist ausreichend vernichtet, aber das Keimverhalten des Pflanzgutes oft beeinträchtigt. Auch das thermische Verfahren mit Propangas war zu wenig wirksam (Wiederaustrieb). Infolgedessen stellen Krautschlagen und Bandspritzung mit 60% Mittelreduktion oder das Krautziehen günstigere Alternativen dar.

## Untersuchungsverlauf, Maschinen

- Die dreijährigen Untersuchungen 1995 bis 1997 erfolgten an drei Standorten auf mittelschweren Böden und erfassten sechs Kartoffelsorten (Tab. 1).
- Die drei Krautvernichtungsverfahren wurden meist in drei Wiederholungen (Streifenanlage) und auf 60- bis 840-m<sup>2</sup>-Parzellen (3 m × 20 m bzw. 3 m × 280 m) verglichen.
- Der vierreihige Frontanbau-Krautschläger «Oldenhuis» gelangte bei folgenden Verfahren zum Einsatz:

**A. Krautschlagen/Flächenspritzung** – mit FAT-Parzellenspritzgerät, Dinoseb bzw. DNBP-Wirkstoff und 550 bzw. 600 l Wasser/ha.

**B. Krautschlagen und Bandspritzung:** Bandspritze (Hardi) mit je zwei Düsen «Teejet OC-02» pro Reihe aufgebaut am Heckanbau-Vielfachgerät (Haruwy) und 40% der Mittel- oder Wassermenge/ha des Verfahrens A (Tab. 1).

**C. Krautschlagen und -ziehen:** Gerätekombination Krautschläger und Krautziehmaschine angebaut am Allrad-Traktor Hürlimann 488 DT 61 kW, 11-Zoll-Bereifung, Zapfwelle 1000 U/min (Oldenhuis, Samro Burgdorf).

**Grünrodeverfahren:** zweireihige Gerätekombination aus Frontkrautschläger mit Seitenband und Heckanbau-Siebandroder mit Schwadleger und Zudeckscheiben (Samka/DK, Tastversuche 1996).

• **Erhebungen:** verfahrenstechnische Daten, Arbeitsqualität der Maschinen, Bonitierung der Krautvernichtung, Wiederaustrieb, abgedeckte Knollen

und Verunkrautung. Lagerungsversuche: Die bei der Vollernte entnommenen 800 Knollen je Sorte wurden einer normalen (4 °C und 85% rel. Luftfeuchtigkeit) und einer aneroben (8 °C, dann 12 °C) Konservierung unterzogen, um allfällige Krankheiten, Grünknollenanteil und Beschädigungen zu bestimmen.

## Verfahrensvergleich der Krautvernichtung

Der Erfolg der Krautvernichtung hängt hauptsächlich von den Standortbedingungen, der Anbau- und Pflfetechnik, Kartoffelsorte, Witterung, Wüchsigkeit und Gesundheit des Kartoffelkrauts sowie vom Krautvernichtungsverfahren ab. Für den letzten Termin des Totspritzens oder Staudenziehens ist der Beginn des Sommerfluges der Blattläuse massgebend. Dieser kann aufgrund einer Probegrabung im Hinblick

**Tabelle 1. Versuchstechnische Angaben der Krautvernichtung bei Pflanzkartoffeln**

(Alle Standorte: sandige Lehmböden, Kartoffellegemaschine 4reihig, Reihenabstand 75 cm)

Arbeitsverlauf	1995		1996		1997	
	Überstorf FR	Überstorf FR	Goumoens VD	Überstorf FR	Goumoens VD	
Standort	Überstorf FR	Überstorf FR	Goumoens VD	Überstorf FR	Goumoens VD	
Kartoffelsorte	Agria/Matilda	Agria/Charlotte	Bintje/Désirée/Agria	Agria/Charlotte	Bintje/Désirée/Agria	
Pflanzdatum	13.4./8.4.	16.4.	10.4./12.4./9.4.	9.4./3.4.	1.4./3.4./27.3.	
Knollenabstand	22/27 cm	22/22 cm	22/24/23 cm	22/27 cm	22/24/23 cm	
Pflfetechnik	Striegeln, Reihenfräse	Vielfachgerät (2x), Reihenfräse	Vielfachgerät (3x)	Vielfachgerät, Dammformer	Vielfachgerät (3x)	
Krautvernichtung	14.7.	2.7./4.7.	3.7.	30.6.	25.6.	
Staudenlänge, Ø	85/65 cm	95/80 cm	80/90/85 cm	95/80 cm	85/95/85 cm	
Erdbedeckung der Knollen	5–7 cm	7–9/2–4 cm	3/2–3 cm	5–8/4–5 cm	5–6/4–6/5 cm	
Krautvernichtungsverfahren: Maschinen und Abbrennmittel (mit 30% Dinoseb bzw. DNBP)						
A Krautschlagen, Flächenspritzung	17,5 l/ha Kabre forte	25 bzw. 20 l/ha Kabre forte	25 l/ha Defanol forte	25 l/ha Kabre forte	30 l/ha Defanol forte	
B Krautschlagen und Bandspritzung	7 l/ha Kabre forte	10 bzw. 8 l/ha Kabre forte	10 l/ha Defanol forte	10 l/ha Kabre forte	12 l/ha Defanol forte	
C Krautschlagen und Krautziehen <sup>1)</sup>	Mechanisches Verfahren mit der Kombination Krautschläger/Krautziehmaschine					

<sup>1)</sup> 1995 auch bei der Sorte Nicola

auf die Pflanzgutausbeute und das Wetterisiko vorverlegt werden. Die Einsätze der Maschinen erfolgten 1995 und 1996 meist unter eher günstigen sowie 1997 bei erschwerenden, zu feuchten Witterungsverhältnissen. Die Staudenlängen waren sehr unterschiedlich und betragen je nach Sorte 60 bis 100 cm. Die Krautvernichtung bei den krautreichen Sorten Agria und Désirée bereitete bedeutend mehr Schwierigkeiten als bei Bintje, Charlotte oder Matilda. Die Möglichkeit, das Krautziehen bis fünf Tage nach dem für das Totspritzen vorgesehenen Termin durchzuführen (Ertragsoptimierung), konnte bei allen Versuchen wegen der Knollengrösse/Pflanzgutausbeute und Witterung nicht genutzt werden. Die Erfahrungen mit den einzelnen Verfahren lassen sich wie folgt zusammenfassen:

### **Krautschlagen/Flächenspritzung:**

Das Referenzverfahren erfordert in der Praxis meist drei Arbeitsgänge. Nach dem Krautschlagen folgt unmittelbar und in zwei bis drei Tagen Abstand ein zweiter Einsatz einer 12- bzw. 15-m-Feldspritze mit je 50% der vorgesehenen Präparatmenge und 500 bis 600 l/ha Wasser. In den Versuchen wurde das Kraut mit dem Frontkrautschläger auf eine Reststengellänge von 25 bis 30 cm abgeschlagen und in den Furchen abgelegt. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 5 bis 6 km/h

und 800 bis 900 U/min Zapfwelldrehzahl wiesen die Reststengel meist Verletzungen auf. Letztere begünstigten das Eindringen der Spritzbrühe und beschleunigten die Krautabtötung. Die jeweils einmaligen Flächenspritzungen mit Defanol bzw. Kabre (Tab. 1) und 550 bzw. 600 l/ha Wasser erfolgten mit dem FAT-Parzellenspritzgerät. Das Kraut trocknete innerhalb von 10 bis 14 Tagen vollständig und trieb meist nicht wieder aus. Eine Nachbehandlung war in Überstorf 1996 bei Agria wegen Gewitterregen und in Goumoens 1996 bzw. 1997 bei Agria bzw. Désirée wegen offensichtlich vereinzelt zu langen Reststengeln (Spritzschatten) erforderlich.

### **Krautschlagen und Bandspritzung:**

Mit der Kombination Krautschläger/Bandspritze konnte meist eine ausreichende Krautvernichtung in einem Durchgang und eine 60%ige Präparateinsparung erreicht werden (Abb. 1). Die mit den Zinken- und Breitschlegel mit Saugwirkung abgeschlagene Krautmasse wurde mittels Leitblechen in den Furchen abgelegt. Die verletzten, 20 bis 25 cm langen Reststengel liessen sich mit zwei schräggestellten Düsen je Reihe gleichmässiger als mit einer einzigen Düse behandeln (Bandbreite 30 cm, 220 bzw. 240 l/ha Wasser, Fahrgeschwindigkeit 5 km/h). Es ist dabei auf eine exakte Handhabung

der Gerätekombination und nicht zu nahe Platzierung der Düsen an der Schlägerhaube zu achten (Sogwirkung). Die in Furchen liegenden oder mit Traktorrädern ohne Schutzvorrichtung überfahrenen Stengel sowie zu lange oder feuchte Reststengel hingegen können die Anlagerung und Wirkung der Kontakt-Abbrennmittel stark beeinträchtigen. Wegen der Austriebsgefahr ist in einem solchen Fall eine Nachbehandlung erforderlich.

### **Maschinelles Krautziehen:**

Die Kombination Krautschläger/Krautziehmaschine konnte nach Speisekartoffelversuchen meist auch in Pflanzkartoffeln erfolgreich eingesetzt werden (Abb. 2). Das mit Schlegeln abgeschlagene Kraut wird in den Furchen abgelegt und die Reststengel mit Krautheber und Einzugschnecken den gegenläufigen Luftgummirollen zugeführt und herausgezogen. Die beste Arbeitsqualität wurde bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3,8 bis 4,2 km/h, einer Reststengellänge von 30 bis 35 cm und einem Gummirollen-Luftdruck von 0,5 bis 0,6 bar erreicht. Der Zieherfolg betrug je nach Sorte 91 bis 99%. Im Jahre 1996 lag er bei Charlotte nur bei 83%, was auf eine zu geringe Erdbedeckung der Knollen zurückzuführen ist. Dies äusserte sich auch in einer hohen Anzahl abgedeckter Knollen (Tab. 2).

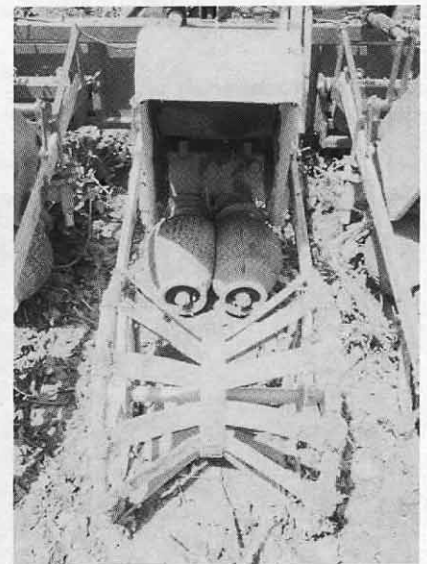


Abb. 2. Ein erfolgreicher Einsatz der Kombination Krautschläger/Krautziehmaschine setzt eine fachgerechte Anbau- und Pflorgetechnik sowie gute Handhabung der Maschinen voraus. Abgetrocknete Böden und Stengel begünstigen den Arbeitseffekt der Luftgummirollen (Gewichte: Traktor 3600 kg, Maschinen 1985 kg).

Ein erfolgreicher Einsatz dieser Gerätekombination stellt folgende Anforderungen:

- Standort; Rechteck-Feldform, eher mittelschwere Böden, niedriger Steinbesatz (kein Kiesboden) und eine max. Seitenneigung bis 10%.
- Genaue Reihenabstände von 75 cm, gleichmässige 19 bis 22 cm hohe Dämme mit 5 bis 7 cm Erdbedeckung der Knollen im Zeitpunkt der Krautvernichtung und eine Dammkronenbreite von 20 bis 25 cm.
- In Dammmitte wachsende Stengel; vierreihige Lege- und Pflage-technik mit zwei- bis dreimaligem Häufeln – im leicht hängigen Gelände mit Damformer oder Reihenfräse.
- Günstige Bodenfeuchtigkeit, abgetrocknete Stengel. Extrem trockener Boden fördert den Gummirennen-Verschleiss.
- Fachgerechte, exakte Handhabung der Maschinen. Anfangseinstellung mit Hilfe einer zweiten Person, Arbeitstiefe der Gummirennen 2 bis 3 cm.

Der Arbeitseffekt des Krautziehens reichte bei günstigen Einsatzbedingungen aus. Bei erschweren Verhältnissen hingegen mussten die nicht vollständig gezupften Stengel mit Neuaustrieben von Hand entfernt werden (Arbeitsaufwand 2 bis 5 AKh/ha).

**Das Grünrodeverfahren** wurde in den Niederlanden als Alternative zur

**Tabelle 2. Anteil nicht richtig gezupfter Stengel und Anzahl abgedeckte Knollen nach dem Krautziehen**

Standort	1996	1997	1996	1997
	Ungezupfte Stengel in %		Abgedeckte Knollen; Stk/a	
Kartoffelsorte				
Goumoens				
Agria	2	4	45	31
Bintje	4	1	41	34
Désirée	5	2	87	61
Überstorf				
Agria	9	2	25	21
Charlotte	17	5	144	62

chemischen Krautvernichtung und zwecks Reduzierung des Rhizoctonia-Befalls untersucht. Es wird auf etwa 1000 ha Sand- und Moorböden angewendet. In der Schweiz konnten nur 1996 Tastversuche im Raume Düringen FR mit einer zweireihigen Gerätekombination durchgeführt werden. Das Kraut wird möglichst tief mit einem Frontkrautschläger abgeschlagen und seitlich abgelegt. Die zwei Reihen werden mit einem Hecksiebandroder gerodet, die Kartoffeln und das Restkraut in einem Schwad abgelegt und mittels zwei Scheiben mit viel Erde zugedeckt (Abb. 3). Das Restkraut wurde meist nach zwei Wochen abgebaut, und die Knollen konnten nach Erreichen der Schalenfestigkeit – je nach Sorte drei bis fünf Wochen – mit einem üblichen Vollernter gerodet werden. Die Knollenproben wiesen nach einer fünfmonatigen Lagerung praktisch keinen Fäulnisbefall, aber rund viermal mehr beschädigte Knollen auf als beim chemischen Vergleichsverfahren.

Den Vorteilen einer sicheren Krautvernichtung ohne chemische Abbrennmittel stehen auch Nachteile wie Knollenbeschädigung, -losschaligkeit und -verschmutzung sowie eine mechanische Bodenbeanspruchung, ein hoher Anschaffungspreis (Fr. 26 000.– bis 27 000.–) und Krautschlegelverschleiss gegenüber. Auch der Rhizoctonia-Befall konnte nach Untersuchungen von IMAG-Wageningen erst nach Krautziehen mit Seitenablage und Grünroden um 80% reduziert werden.

**Spätverunkrautung:**

Bei feuchter Witterung waren die Parzellen nach mechanischer Krautvernichtung bedeutend mehr verunkrautet als nach den mechanisch-chemischen Verfahren (Abb. 4). Die Unkräuter nach dem Krautziehen haben jedoch die Ernte nicht beeinträchtigt, weil sie eher die Furchen und weniger die Dämme bewuchsen.



Abb. 3. Das Grünrodeverfahren erfordert einen gesunden Kartoffelbestand, weil eine grosse Restkrautmasse oft von den Knollen ungetrennt vergraben wird (grösseres Infektionsrisiko, rechts).



Abb. 4. Von links: Krautvernichtung und Spätverunkrautung nach mechanisch-chemischem Verfahren, Krautziehen und Grünrodeverfahren.

**Lagerungsversuche:**

Nach einer fünfmonatigen normalen oder fäulnisfördernden Lagerung ist 1996 und 1997 bei allen Versuchsvarianten und Sorten praktisch kein Knollenfäulnisbefall aufgetreten. Der Grünknollenanteil beim mechanisch-chemischen Verfahren betrug in Gourmoens 0,4% und in Überstorf 0,3 bis 3,3%. Beim Krautziehen sind die Werte meist zwei- bis dreimal höher – besonders bei Charlotte 1996 mit vielen abgedeckten Knollen. Dies ist offensichtlich auf eine zu geringe Erdbedeckung der Knollen zurückzuführen (Tab. 1). Nach dem mechanisch-chemischen Verfahren wurden lediglich 0,2 bis 0,6% der Knollen verletzt und 0,5 bis 1% nach dem Krautziehen.

**Arbeitsaufwand und Kosten**

Der **Arbeitsaufwand** bei den Verfahren mit Bandspritzung oder Krautziehen ist um 1,6 oder 1,3 Stunden/ha kleiner als bei der Flächenspritzung mit insgesamt drei Arbeitsgängen (Tab. 4). Die für die Berechnung der **Verfahrenskosten** getroffenen Annahmen sind in Tabelle 3 enthalten. Den Verfahren sind gute Einsatzbedingungen zugrunde gelegt. Die Maschinen werden dabei im Eigentum, in Miete oder im Lohn eingesetzt. Von besonderer Bedeutung ist zudem der Bedarf an Abbreunmittel.

Bei der Miete des Krautschlägers mit der Bandspritze ist das Verfahren B infolge 60%iger Einsparung der Prä-

**Tabelle 3. Ausgewählte Maschinen und Einsatzverhältnisse beim Krautvernichten in Pflanzkartoffeln**

Maschine	Einsatz-Verhältnis	Neuwert Fr.	Kostenansatz Fr.	Arbeitsverfahren		
				A	B	C
Krautschläger 3,0 m	Miete	15 500	115,00/ha			
Feldspritze 12,0 m	Eigentum	8 200	6,40/ha*			
Bandspritze	Miete	3 200	28,00/ha			
Krautschläger und Krautziehmaschine, 3,0 m	Lohnarbeit	49 500	310,00/ha			
Traktor, 2-Radantrieb, 44 kW	Eigentum	46 000	11,98/ha*			

\* nur variable Kosten

**Tabelle 4. Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten je Hektare beim Krautvernichten in Pflanzkartoffeln**

Krautvernichtungsverfahren		A	B	C
Eingesetzte Maschinen		Krautschläger, Feldspritze	Krautschläger + Bandspritze	Krautschläger Krautziehmaschine
<b>Arbeitszeitbedarf</b>				
Arbeitskräfte		2,9 Akh	1,3 Akh	1,6 Akh
Traktoren		2,9 Th	1,3 Th	1,5 Th
<b>Verfahrenskosten</b>				
Zuteilbare Maschinenkosten	Fr.	156.20	158.60	
Lohnarbeit (Maschinen und Arbeit)	Fr.	–	–	310.00
Kosten Abbreunmittel	Fr.	342.00	136.50	–
Total	Fr.	498.20	295.10	310.00
Arbeitskosten (Fr. 23.–/h)	Fr.	66.80	29.90	
<b>Total Verfahrenskosten</b>	<b>Fr.</b>	<b>565.00</b>	<b>325.00</b>	<b>310.00</b>

Abbreunmittel: Kabre forte = Fr. 11.40/l, Verfahren A = 2 x 15 l/ha, B = 12 l/ha

paratkosten um Fr. 240.–/ha günstiger als A bzw. unbedeutend teurer als C (Tab. 4). Das Krautziehen (C, Fr. 310.–/ha) obwohl im Lohn durchgeführt (= Fremdkosten) aber bei 100%iger Einsparung der Präparatkosten kann bei einer jährlichen Auslastung

von 50 ha für gute Einsatzbedingungen bzw. Standorte als günstige Alternative gelten.

Energie- und Ökobilanz

Eine vergleichende Energie- und Ökobilanz der drei untersuchten Verfahren wurde auf der Basis der Daten in Tabelle 5 aufgestellt. Die ökologische Untersuchung beschränkt sich auf die Krautvernichtung, weil die übrigen Arbeitsabläufe der Pflanzgutproduktion und die Erträge etwa gleich sind. Die für die ökologische Beurteilung berechneten Wirkungskategorien sind in Abbildung 5 und Tabelle 6 aufgeführt (= Umweltindikatoren). Der Bedarf an nicht erneuerbaren Energien (Abb. 5) erfasst:

- Mechanisierung: Bereitstellung und Verwendung von Maschinen und Traktor
- Gebäude: Remisierung von Maschinen und Traktor
- Treibstoff: Bereitstellung und Verbrennung
- Pflanzenbehandlungsmittel: Bereitstellung des Abbrennherbizides.

Verglichen mit dem Verfahren C, schneidet das Verfahren A für alle untersuchten Indikatoren vom ökologischen Standpunkt aus markant schlechter ab. Als Gründe dafür sind einerseits der relativ hohe Treibstoffbedarf und Maschineneinsatz für diese Variante zu erwähnen, andererseits die toxischen Auswirkungen des Wirkstoffs Dinoseb auf die Oberflächengewässer und den Boden (keine Einträge in das Grundwasser und die Luft). Das Verfahren B wirkt sich auf die Umwelt bei den meisten Indikatoren gleich wie das Verfahren C aus, weil der Einsatz von Dinoseb den geringeren Treibstoffverbrauch in etwa ausgleicht. Wie für das Verfahren A, aber dank der geringeren ausgebrachten Dosis in kleinerem Masse, schneidet das Verfahren B im toxischen Bereich gesamthaft schlechter als das Verfahren C ab.

Tabelle 5. Daten zur Berechnung des Bedarfs an nicht erneuerbaren Energieressourcen für die Krautvernichtung der Pflanzkartoffeln von einer Hektare

Krautvernichtungsverfahren	Mechanisierung, Treib- und Hilfsstoffe	Einheit	Quantität
A. Krautschlagen, Flächenspritzungen (2x)	Traktor; Zweiradantrieb, 44 kW	h	2,9
	Krautschläger; 3 m	ha	1
	Feldspritze; 12 m, 600 l	ha	2
	Treibstoff; Diesel	kg	9,9
	Wirkstoff; Dinoseb <sup>1)</sup>	kg	8,9
B. Krautschlagen und Bandspritzung	Traktor, Zweiradantrieb, 44 kW	h	1,3
	Krautschläger (3 m) und Bandspritze; 4reihig, 400 l	ha	1
	Treibstoff; Diesel	kg	5,8
	Wirkstoff; Dinoseb <sup>1)</sup>	kg	3,6
C. Krautschlagen und Krautziehen	Traktor; Vierradantrieb, 60 kW	h	1,5
	Krautschläger u. -ziehmasch., 3 m	ha	1
	Treibstoff; Diesel	kg	9,1

<sup>1)</sup> 295 g Dinoseb/l Kabre forte  
 Maschinengewichte und Gebäudebedarf nach FAT-Berichte Nr. 507.

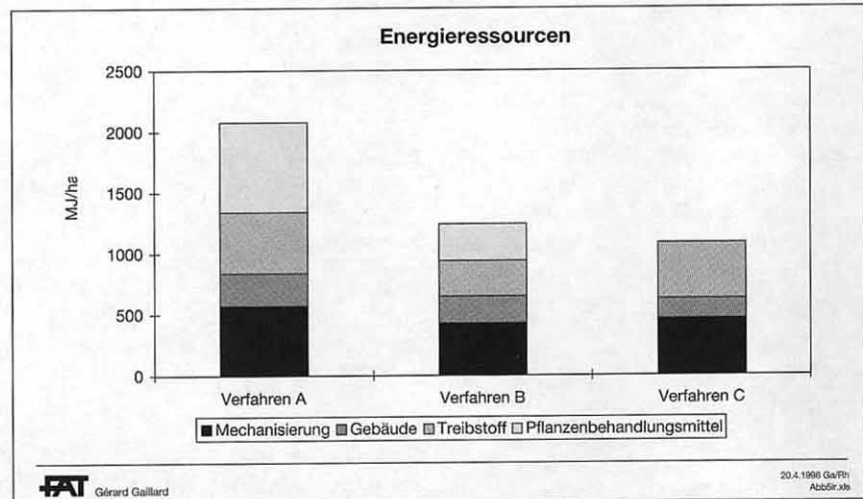


Abb. 5. Bedarf an nicht erneuerbaren Energieressourcen je nach Krautvernichtungsverfahren bei Pflanzkartoffeln.  
 A: Krautschlagen, Flächenspritzung,  
 B: Krautschlagen und Bandspritzung,  
 C: Krautschlagen und -ziehen.

**Tabelle 6. Zusammenstellung der Auswertungen der Wirkungen der Verfahren A und B auf zehn wichtige Umweltindikatoren im Vergleich zum Verfahren C**

Umweltindikator	Verfahren A	Verfahren B
Ausschöpfung nicht erneuerbarer Energieressourcen		
Deponieabfälle		
Treibhauspotential		
Ozonbildung		
Versauerung		
Eutrophierung		
Toxizität der Luft		
Toxizität der Oberflächengewässer		
Toxizität des Grundwassers		
Toxizität des Bodens		

Legende der Auswirkungen

	deutlich schlechter		leicht schlechter
	schlechter		gleichbedeutend

## Schlussfolgerungen

Die hohen Anforderungen an die Qualität der Pflanzgutproduktion erfordern eine fachgerechte Abstimmung der anbau- und pflorgetechnischen Massnahmen sowie des Krautvernichtungsverfahrens. Letzteres soll eine hohe Wirksamkeit aufweisen, wobei die Standortbedingungen und Sorteneigenschaften sowie die ökologischen Aspekte mit zu berücksichtigen sind. Mit Schläger und Krautablage in den Furchen wird ein grosser Teil der Krautmasse mechanisch vernichtet. Die offenen Reststengel können mit der Spritzbrühe gleichmässig behandelt und ausreichend abgetötet werden. Die Kombination Krautschläger/Bandspritze mit einer 60%igen Präparatsparung gegenüber der Flächenspritzung stellt ein wirksames, ökonomisch und ökologisch günstiges Verfahren dar.

Mit der Kombination Krautschläger/Krautziehmaschine lässt sich das Kraut bei guten Einsatzbedingungen und einer fachgerechten Handhabung rein mechanisch und kostengünstig vernichten. Auch bezüglich nicht erneuerbaren Energieressourcen sowie Luft-

und Bodenbelastung durch Schadstoffemissionen schneidet das Verfahren am besten ab.

## Literatur

Bouman A. und Molema G.J., 1993. Dreigeteiltes Ernteverfahren. Kartoffelbau 6, 246–248.

Bouman A., 1996. Krautabtötung bei Pflanzkartoffeln. Kartoffelbau 6, 214–215.

Gaillard G., Crettaz P. und Hausheer J., 1997a. Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau. FAT-Schriftenreihe Nr. 46, 45 S.

Gaillard G., Dinkel F. und Waldeck B., 1997b. Ressourcenbedarf und ökologische Wirkungen von Stoffflüssen, in Wolfensberger U. und F. Dinkel, Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz 1993–96, Bericht: FAT und Carbotech, Tänikon und Basel, S. 37–88 und Anhänge.

Irla E., 1984. Maschinen und Verfahren

für die Kartoffelkrautbeseitigung. FAT-Berichte Nr. 243, 10 S.

Irla E. und Heusser J., 1995. Umweltgerechte Krautbeseitigungsverfahren für Speisekartoffeln. FAT-Berichte Nr. 469, 8 S.

Schwärzel R., 1991. Le défanage thermique des cultures de plants de pommes de terre. Revue suisse Agric. 23 (3). 133–135.

Schwärzel R. et Torche J.-M., 1997. Le défanage chimique des cultures de plants de pommes de terre. Revue suisse Agric. 29 (4), 201–204.