

# Allgemeine Maßstäbe für die Technik im ökologischen Landbau

Josef Boxberger,  
Rainer Ramharter,  
Thomas Lindenthal

**Nach welchen Kriterien soll die Mechanisierung in der ökologischen Landwirtschaft erfolgen? Wie können die Maschinenkosten niedrig gehalten werden?**

## Bewertungskriterien fehlen

Die landwirtschaftliche Verfahrenstechnik muß sich im ökologischen Landbau das Ziel setzen, vor allem ressourcenschonend vorzugehen. Damit ergibt sich eine deutliche Abweichung von den beherrschenden Zielen der konventionellen Landwirtschaft, bei denen die Kostensenkung im Vordergrund steht, was überwiegend nur dadurch gelingt, daß menschliche Arbeitskraft durch fossile Energie und Rohstoffe ersetzt wird.

Die Ressourcenschonung ist dabei kein Selbstzweck, sondern hoher Energieeinsatz und schwere Maschinen lösen bekanntlich verschiedene Effekte aus, die mit einem naturgemäßen Handeln nicht vereinbar sind. Beispiel dafür ist der Einsatz von selbstfahrenden Großlandmaschinen, die einerseits während der Arbeit Bodenverdichtungen hervorrufen, die dann wiederum mit hohem Energieaufwand wieder zu beheben sind und andererseits wegen begrenzter Zahl der Arbeitstage nur kurze Zeit im Einsatz sind, die übrige Zeit des Jahres ungenützt bleiben und dabei enorme Kosten verursachen.

Selbstverständlich wird man bei der Suche nach einer angepaßten Landtechnik nicht um gewisse Kompromisse herumkommen. Es müssen verschiedene Kriterien abgewogen werden. Deshalb bedarf es der Entwicklung von Bewertungsmaßstäben, die die Auswahl der geeigneten Maschinen und Verfahren er-

möglichen und gleichzeitig auch der Weiterentwicklung dienen. Bisher fehlen solche Hilfsmittel noch weitgehend. Es soll daher im folgenden versucht werden, die bekannten Bewertungskriterien für den ökologischen Landbau zu überprüfen und mit neuen Bewertungskriterien zu ergänzen.

Bei der Technik im Pflanzenbau muß bei den Bewertungskriterien zwischen Landmaschinen und Geräten einerseits

und Traktoren andererseits unterschieden werden. Denn der Traktor allein kann keine eigene landwirtschaftliche Arbeitsleistung erbringen, und eine Beurteilung der Arbeitsqualität ist nur in Verbindung mit angebauten, aufgebauten oder gezogenen Maschinen und Geräten möglich. Gleichzeitig ist der Traktor durch vielfältigen Einsatz gekennzeichnet und ein Kernstück der Mechanisierung.

Tab. 1: Bewertungskriterien für Traktoren

Kriterien	Dimension	Bedeutung für den ökol. Landbau
Motorleistung	PS/kW	++
Gesamtgewicht	kg	++
Leistungsgewicht (leistungsbez. Masse)	kg/kW	++
Kraftstoffverbrauch		
absolut	l/h	++
leistungsbezogen	g/kWh	+
Drehmomentverlauf		+
Reparaturen	DM/Jahr	+
Lebensdauer	Jahre	++
Energieverbrauch für die Herstellung	KEA	++
andere Betriebsstoffe	l/Jahr	++
Arbeitsplatz		
Lärm		+
Bedienung/Betätigung		+
Federung/Dämpfung		+
Sicht		++
Getriebeabstufung/Lastschaltung		+
Emissionen (Abgase)		++
universelle Einsatzbarkeit		++
Anschaffungspreis		+
Aussehen „Optik“		—

++ große Bedeutung, + bedeutsam, — keine Bedeutung

## Welcher Traktor ist geeignet?

Im ökologischen Landbau werden oft höhere und teilweise andere Anforderungen an die Eigenschaften von Traktoren gestellt. Daraus ergeben sich Konsequenzen hinsichtlich der Bauart und der Leistungsstärke, die hier nicht ausführlich behandelt werden können. An dieser Stelle sollen nur einige wichtige grundsätzliche Bewertungskriterien dargestellt werden, die unabhängig von der Bauart für alle Traktoren gelten.

Für ein breites Einsatzspektrum des Traktors ist neben der Leistung das Leistungsgewicht oder die leistungsbezogene Masse wichtig. Dieser Wert drückt aus, wie schwer der Traktor in Bezug auf seine Leistung ist. Das hängt nicht allein mit dem Ressourcenverbrauch bei der Herstellung zusammen, sondern auch mit der Zugleistung.

Eigentlich sind Traktoren (und auch selbstfahrende Arbeitsmaschinen), wie sie heute angeboten werden, grundsätzlich zu schwer, denn die hohen Gewichte führen zu beträchtlichen Bodenbelastungen, die nicht durch moderne Reifenentwicklungen abzufangen sind. Grundsätzlich sollte das Leistungsgewicht so gering wie möglich und eine hohe Ballastierbarkeit gegeben sein. Dadurch wird gewährleistet, daß der Traktor bei Nicht-Zugarbeiten (Zapfwellenbetrieb, Pflegearbeiten etc.) ein geringes Gesamtgewicht hat und bodenschonend eingesetzt werden kann. Ist eine hohe Zugleistung erforderlich, wie bei schwerer Bodenbearbeitung oder schwerem Anhängerbetrieb, dann sollte ein möglichst breiter Spielraum für Ballastierung gegeben sein, um die nötige Zugkraft auf den Boden übertragen zu können.

Ein weiteres wesentliches Kriterium ist der Kraftstoffverbrauch. Im ökologischen Landbau sollte nicht auf den spezifischen Kraftstoffverbrauch, sondern vor allem auf den absoluten Kraftstoffverbrauch geachtet werden, weil Anga-

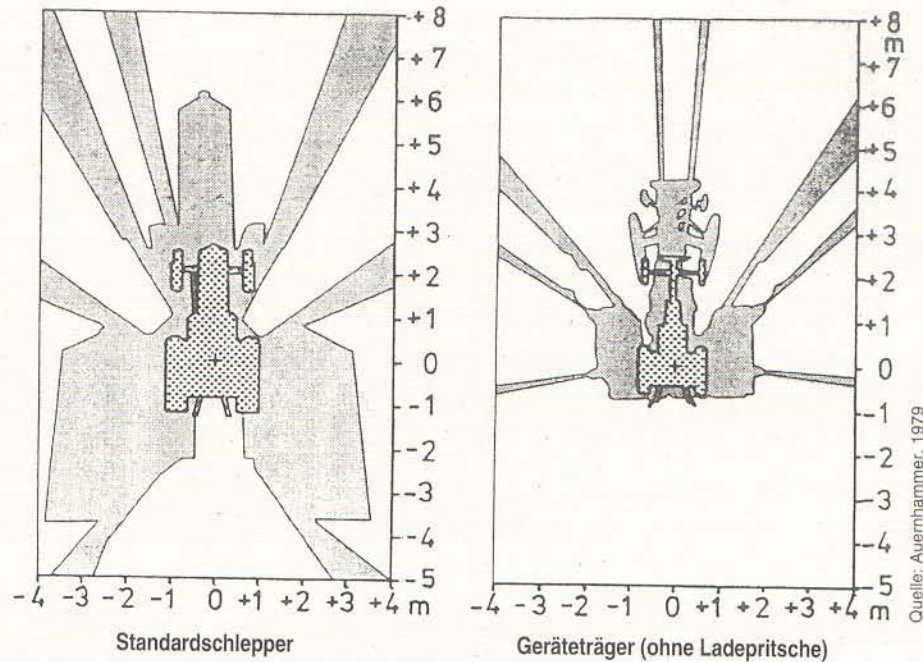


Abb. 1: Sichtverhältnisse von einem Geräteträger und einem Standardtraktor

ben über den Verbrauch durch den Motor wenig über die energetische Effizienz aussagen, zumal noch der Getriebe- und der Laufwerkswirkungsgrad dazukommen. Daraus ergibt sich für den Traktoreinsatz im ökologischen Landbau ein kompliziertes Zusammenspiel der vielen Einflußfaktoren.

Hoher Kraftstoffverbrauch bedeutet nicht nur Verbrauch fossiler Kraftstoffe, sondern er ist auch ein direktes Maß für die damit einhergehenden Abgasemissionen. Vor allem geht es dabei um die ausgestoßene Menge an klimarelevantem Kohlendioxid. Die wichtigsten anderen Schadgase sind bekanntlich durch Standards geregelt, aber dennoch ebenso umweltrelevant (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, Kohlenwasserstoffe).

Nun könnte man argumentieren, daß Traktoren auch mit Pflanzenöl bzw. Pflanzenölestern zu betreiben sind und damit das Problem des Kohlendioxidausstoßes bedeutungslos werden könnte. Das stimmt zunächst, jedoch ist der Verbrauch an Fläche für die Erzeugung des Pflanzenöls nicht unbeträchtlich. Längerfristig wird angesichts knapper werdender Nahrungsmittel (Bevölkerungswachstum, Produktionsflächenschwund, flächendeckende Ökologisierung) die Produktion von Pflanzenölen für Treibstoffe nicht haltbar sein. Die für

den Traktoreinsatz benötigte Kraftstoffmenge würde einen Anteil von 13 % der gesamten landwirtschaftlichen Produktionsfläche erfordern.

Bei diesen Überlegungen wird erneut deutlich, wie schlecht der Wirkungsgrad unserer Traktoren ist. Bei Zugarbeiten werden nur ca. 12 % der im Kraftstoff enthaltenen Energie in Zugleistung umgesetzt. Der größte Teil der Energie wird als Wärme an die Umwelt abgegeben.

Von den in der Tabelle 1 angeführten Kriterien soll hier besonders auf die Sichtverhältnisse eingegangen werden. Gute Sicht bestimmt nicht nur die Arbeitsqualität, sondern auch die Beanspruchung des Menschen und die gesamte Arbeitsleistung von Mensch und Maschine. Beides sollte im ökologischen Landbau ein wichtiges Kriterium sein, wobei derzeitige Tendenzen in der Traktorenentwicklung kritisch zu betrachten sind. Denn der Mensch auf dem Traktor wird dabei in jeder Beziehung von der Umwelt abgekapselt und danach über Informationssysteme wieder eingebunden.

Die Untersuchungsmethode zur Kontrolle der Sichtverhältnisse ist denkbar einfach und kann von jedem Landwirt nachvollzogen werden. Eine Lichtquelle in Augenhöhe des Fahrers erzeugt beleuchtete Flächen außerhalb der Fahrer-

Tab. 2: Kriterien für die Bewertung von Landmaschinen und Geräten

Kriterien	Dimension	Bedeutung für den ökol. Landbau
Schlagkraft/Flächenleistung	ha/h	+
Arbeitszeitbedarf	Akh/ha	+
Arbeitsqualität		++
Ressourcenverbrauch		++
Gewicht		++
Lebensdauer		++
Anschaffungspreis		++
Bodenbelastung		++
Auslastung	h/a	+
Reparaturen		+

++ große Bedeutung, + bedeutsam, — keine Bedeutung

Weitere wichtige Forderungen sind neben der Funktionssicherheit eine lange Lebensdauer und gute Reparaturmöglichkeiten. Alle drei Eigenschaften stehen in engem Zusammenhang, denn die lange Lebensdauer darf nicht durch mangelnde Funktionssicherheit erkaufte werden müssen. Dabei steht hinsichtlich der Reparaturen nicht die Wirtschaftlichkeit im Vordergrund, sondern die Reparaturen müssen den funktionssicheren Einsatz gewährleisten.

Die lange Lebensdauer von Landmaschinen für den ökologischen Landbau hängt auch von deren technischem Standard ab. Gewagte Experimente sollten unterbleiben und vertraute oder empfohlene Technik sollte gekauft werden. Dadurch sollte vermieden werden, daß die Lebensdauer durch den technischen Fortschritt künstlich verkürzt wird. Es muß auch möglich sein, über einige Zeit auf den letzten technischen Fortschritt zu verzichten, um eine lange Lebensdauer der Maschinen zu gewährleisten. So können die Maschinenkosten niedriger gehalten werden.

kabine und wirft Schatten. Die Schattenbereiche sind die vom Fahrer nicht einsehbaren Bereiche. Es zeigt sich, daß zum Beispiel der Geräteträger wesentlich bessere Sicht in alle Richtungen erlaubt als der in die Untersuchung einbezogene Standardtraktor (Abb. 1).

Es steht leider außer Zweifel, daß Traktoren heute auch nach dem Aussehen gekauft werden. Große Motorhaube und breite Reifen müssen im ökologischen Landbau wirklich wichtigen Kriterien untergeordnet werden.

ressourcen, Beachtung der Bodenfruchtbarkeit und der erzielbaren Erntequalitätsverbesserung abgewogen werden. Problematisch ist der Einsatz von selbstfahrenden Erntemaschinen. Mit hohen Fahrzeuggewichten belasten sie den Boden und haben einen hohen Ressourcenverbrauch. Wo qualitativ gleichwertige Verfahren zur Verfügung stehen, muß die Entscheidung zugunsten traktorantreibener bzw. -gezogener Verfahren fallen.

### Wie die Maschinenkosten niedrig halten?

Auch für den ökologischen Landwirt wäre eine hohe Flächenleistung wünschenswert. Wegen des damit verbundenen höheren Ressourceneinsatzes und dem hohen Gewicht muß jedoch dieser Wunsch kritisch gesehen werden. Dort, wo Boden und Klima es erfordern, muß für die Bodenbearbeitung eventuell eine gewisse Leistungsreserve eingeplant werden. Auch in der Erntetechnik können Leistungsreserven zur Qualitätssicherung beitragen, wenn z. B. die Zeit in der Futterernte knapp ist. Hier muß genau zwischen hohem Einsatz an Res-

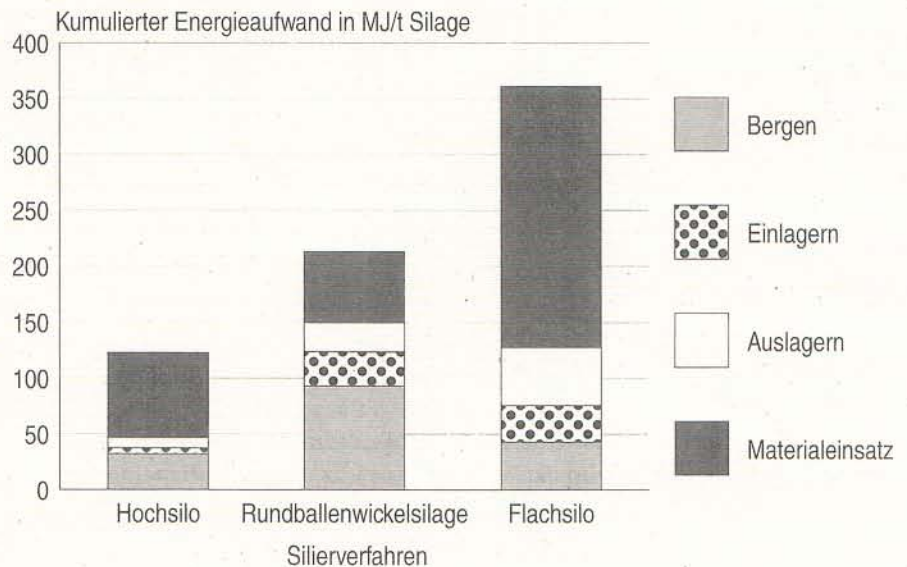


Abb. 2: Kumulierter Energieaufwand verschiedener Silierverfahren

## Kumulierter Energieaufwand

Diese eher allgemeinen Grundsätze müssen selbstverständlich bei der Untersuchung einzelner Verfahren entsprechend adaptiert werden. Es liegen bereits erste Untersuchungen des Ressourcenverbrauches vor. So wurden die verschiedenen Verfahren der Grundfutterkonservierung (Abb. 2) und der Beikrautregulierung (Abb. 3) mit Hilfe des kumulierten Energieaufwandes (KEA) untersucht. Dieses Untersuchungsverfahren zeigt selbst in so komplexen Fällen, bei denen Maschinenaufwand, Bauaufwand und direkter Energieeinsatz berücksichtigt werden, seine Eignung. Das Ergebnis beim Vergleich verschiedener Silierverfahren z. B. mag überraschen, denn der kumulierte Energieaufwand ist beim Flachsilo am höchsten, beim Hochsilo in Holzbauweise am niedrigsten und bei der Rundballenwickelsilage liegt das Ergebnis dazwischen.

Der Beikrautregulierung kommt im ökologischen Landbau besondere Bedeutung zu, da sich Fehler fatal auf die nächsten Jahre auswirken können. Eine ganze Reihe verschiedenster Verfahren kommen zum Einsatz, wobei die mechanischen Beikrautregulierungsverfahren mit Abstand am häufigsten angewandt werden. Dies beruht auf ihrer universellen Einsetzbarkeit und den günstigen Anschaffungskosten. Im ökologischen Landbau ist es meist sinnvoll, mehrere Verfahren nebeneinander anzuwenden, um so den Unkrautdruck in den verschiedenen Wachstumsstadien der Kulturpflanze mit dem jeweilig angepassten Verfahren unter Kontrolle zu haben. Auf keinen Fall dürfen die Kosten der Beikrautregulierung einer Kultur zugeordnet werden, denn eine vernünftige und vorausschauende Regulierung, wie zum Beispiel eine vielfältige Fruchtfolge als Vorbeugemaßnahme, erspart hohe Ko-

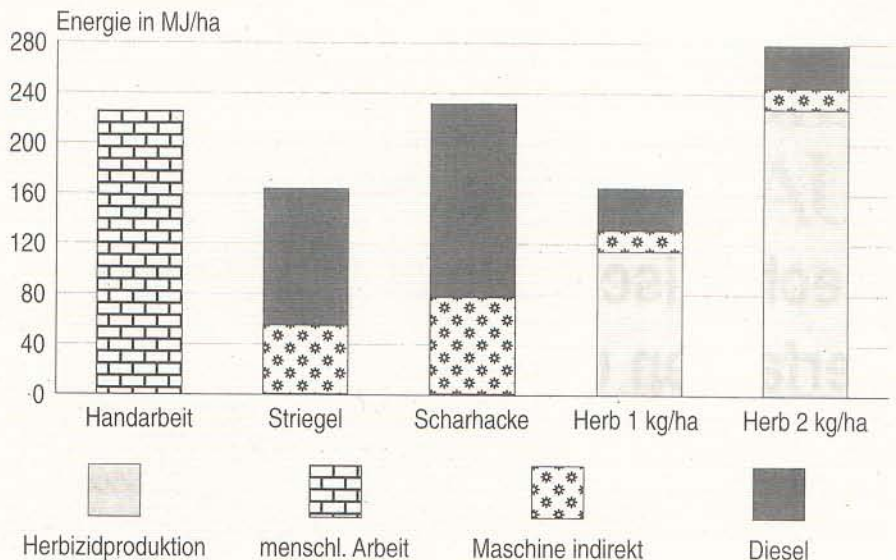


Abb. 3: Energieeinsatz bei verschiedenen Unkrautbekämpfungsverfahren

sten für viele nachfolgende Kulturperioden. Bei den mechanischen Verfahren zur Beikrautregulierung sollten eher die handgesteuerten Geräte bevorzugt werden, da sie genauer geführt werden können und der Sicherheitsstreifen, der entweder von Hand gehackt wird oder bei geringem Unkrautdruck auch unbearbeitet bleiben darf, möglichst klein gehalten wird. Voraussetzung dafür ist eine zweite Arbeitskraft, die als Steuermann für das Hackgerät eingesetzt wird. Ein schmaler Sicherheitsstreifen, der schnell von Hand gehackt werden kann, wiegt mit Sicherheit die Mehrkosten für den Steuermann auf.

## Risiken vermeiden

Die Ziele der Mechanisierung im ökologischen Landbau unterscheiden sich deutlich von denen der konventionellen Landwirtschaft. Bei der Mechanisierung in der konventionellen Landwirtschaft steht die Kostenminimierung im Vordergrund, alles wird auf kurzfristige Wirtschaftlichkeit reduziert und dieser untergeordnet. Beim ökologischen Landbau stehen dagegen Ressourcenschonung, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, nachhaltige Beikrautregulierung und Erntequalität an oberster Stelle, wobei selbstverständlich auch wirtschaftliche Faktoren im Management eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes berücksichtigt werden müs-

sen. Wenn schon im ökologischen Landbau die Anschaffungskosten für die technische Ausstattung oft höher liegen, dann sollten zumindest Risiken beim Maschinenkauf vermieden werden. □

Prof. Dr. Dr. habil.  
Josef Boxberger



Dipl.-Ing.  
Rainer Ramharter

beide vom  
Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik,  
Universität für Bodenkultur, Wien  
und Dipl.-Ing. Thomas Lindenthal, Institut für  
Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur,  
Wien

### Literatur:

- Auernhammer, H., 1979: Sichtverhältnisse, Weihenstephan  
Ramharter, R., Th. Amon, J. Boxberger, 1994: Rundballenwickelsilage - ein ökologisches Problem? Ernte: Zeitschrift für Ökologie und Landwirtschaft 4/94