

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 71 (2009)
Heft: 10

Artikel: Energieeffizienz im Pflanzenbau
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080916>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



In- und ausländische Langzeitversuche bescheinigen der Direktsaat eine gute Energieeffizienz. (Bilder: Ruedi Hunger)

Energieeffizienz im Pflanzenbau

Neben entscheidenden Änderungen in der Betriebsführung, sind oft kleine und an und für sich bekannte Fakten ausschlaggebend für die Verbesserung der Energieeffizienz im Acker- und Futterbau.

Ruedi Hunger

Kürzlich hat der Bundesrat den vom Parlament geforderten Bericht zur Ressourcen- und Rohstoffknappheit verabschiedet. Dieser Bericht zeigt die Abhängigkeit der Schweiz vom Ausland auf und beschäftigt

Einhundert Regenwürmer je Quadratmeter Boden helfen bis zu zwanzig Liter Dieselöl je Hektar und Jahr sparen! Schon deshalb lohnt es sich darüber nachzudenken, ob der Pflug eingesetzt werden soll, da sehr viele dieser Helfer durch ihn das Leben verlieren.

sich mit der Frage, wie unser Land sich auf die global abnehmenden Ressourcen bei gleichzeitig zunehmender Nachfrage vorbereiten muss (Mitteilung des LID vom 24. August 2009). Sparmassnahmen und vor allem eine bessere Effizienz des Energieeinsatzes stehen im Vordergrund auch im Pflanzenbau.

Bearbeitungsintensität reduzieren

Eine Verbesserung der Energieeffizienz erfordert Strategien, die gesamtbetriebliche Auswirkungen haben können. Eine generelle Reduktion der Arbeitstiefe verbunden mit einer Senkung der Bearbeitungsintensität spart Energie und Kosten (Anken; ART). Reduzierte Bodenbearbeitungssysteme, wie Frässaat, Mulchsaat

oder Direktsaat, erfordern Anpassungen der Fruchtfolge und ein anderes Bewirtschaftungsmanagement. Gegenüber der Vollvariante (Pflug, Egge, Sämaschine) reduziert die Direktsaat den Treibstoff- und Zeitaufwand ganz erheblich. Demgegenüber stehen höhere Aufwendungen für Dünger und Pflanzenschutzmittel, so dass sich die Energiebilanz wieder verschlechtert. Neben dem Systemvergleich «Oberacker» an der Rütli (Agrarforschung) haben auch mehrjährige Untersuchungen (Reckleben, RKL) in Hohertragsböden im Nordosten Deutschlands die absolute Konkurrenzfähigkeit der Direktsaat bestätigt.

Unnötigen Ballast abwerfen

Pflugeinstellung, Reifeninnendruck und Ballastierung des Traktors nehmen Ein-

fluss auf den Verbrauch von Dieseltreibstoff bei der Grundbodenbearbeitung. Beim Pflügen werden bei einem Verbrauch von zwanzig Liter Dieselöl nur etwa vier Liter als effektive Zugenergie umgesetzt. Wird ein falscher Zugpunkt gewählt, zieht der Pflug gegen das ungepflügte Land. Starke Reibung der Anlage an der Furche erhöht den Verschleiss und steigert den Treibstoffverbrauch um bis zu 20 Prozent. Die richtige Vorschälereinstellung trägt wesentlich zu einer saubereren Pflugarbeit bei, aber zu tief eingestellte Vorschäler erhöhen unnötig den Treibstoffverbrauch. Mit jedem Zentimeter, um den ein Pflug tiefer arbeitet, erhöht sich der Treibstoffverbrauch um einen halben bis einen ganzen Liter pro Hektare. Damit ein Traktor die notwendige Zugkraft möglichst verlustfrei auf den Boden übertragen kann, ist eine ausreichende Ballastierung der Vorderachse notwendig. Nach schwerer Arbeit sind Zusatzgewichte aber wieder zu entfernen, weil eine Tonne unnötiger Ballast den Treibstoffverbrauch um rund einen Liter je Betriebsstunde erhöhen kann. Pflugpacker erhöhen zwar den Treibstoffverbrauch, dennoch empfehlen Fachleute ihren Einsatz aufgrund ihrer positiven Wirkung. Mit nachfolgenden Bodenbearbeitungsgeräten kann, dank deren Vorarbeit, dieser Treibstoffverbrauch wieder eingespart werden. Tiefe Fahrspuren erhöhen in jedem Fall den Leistungsbedarf. Während auf der Strasse ein hoher Reifeninnendruck den Rollwiderstand reduziert, verhält es sich im Acker gerade umgekehrt. Daher gilt im Acker: Weniger ist mehr! Reduzierter Luftdruck vergrössert die Reifenaufstandsfläche und der Schlupf reduziert sich, folglich werden die Bedingungen für die Kraftübertragung verbessert.

Exakte Einstellung lohnt sich

Masstab für die Geräteeinstellung ist die geforderte Arbeitsqualität, die ein Bodenbearbeitungsgerät erreichen soll. Ineffizient ist es, wenn einheitlich mit einer Geräteeinstellung für die höchsten Anforderungen gearbeitet wird. Beispiel: die Pflugtiefe wird selten verändert! In der Praxis wird beobachtet, dass Spindeln und Bolzen zur Maschineneinstellung selten benutzt werden. Damit eine verbrauchsoptimierte Einstellung gewählt wird, sind einfache und schnelle Korrekturmöglichkeiten von Vorteil (zum Beispiel: hydraulischer Oberlenker).

Form und Zustand von Grubberscharen bestimmen weitgehend den Treibstoffverbrauch. Flügelschare eignen sich für die flache Bodenbearbeitung bestens, obwohl sie rund zehn Prozent mehr Treibstoffverbrauch erfordern. Ab 12 bis 15 cm Bearbeitungstiefe ist der Einsatz von Flügelscharen nicht mehr sinnvoll, zu diesem Resultat kam die Zeitschrift top agrar in Zusammenarbeit mit den Firmen Lemken/John Deere. Ab einer Arbeitstiefe von 27 cm steigt der Energiebedarf selbst mit Spitz- oder Meisselscharen um 50 bis 60 Prozent an, weil in dieser Tiefe der übliche Arbeitshorizont von 22 bis 25 cm unterfahren wird. Stumpfe Schare, trockener Boden: die Versuchung ist gross, den Oberlenker einzukürzen. Ein so auf «Griff» gestellter Grubber kann, bei gleicher Arbeitstiefe, für einen Mehrverbrauch an Treibstoff von bis zu 20 Prozent verantwortlich sein.

Breite vor Geschwindigkeit

Die Flächenleistung kann durch grössere Arbeitsbreiten oder durch höhere Fahrgeschwindigkeit erhöht werden. Breitere Arbeitsgeräte erfordern einen grösseren konstruktiven Aufwand, erhöhen das Gerätegewicht und erfordern somit bereits bei der Herstellung einen höheren Energieaufwand. In vielen Fällen ist aber die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit ineffizienter. Wird beispielsweise bei einer bestimmten Bodenbearbeitung statt mit acht mit vierzehn Kilometer gefahren, verdoppelt sich der Leistungsbedarf und für die gleiche Arbeit wird bis zu 25 Prozent mehr Sprit verbraucht.

Tabelle 1: Energieverbrauch von Pflanzenschutzmitteln gemäss BASF-Ökoeffizienz-Analyse

	Durchschnittswert	Spannbreite
Herbizide	250 MJ/kg	70 bis 550 MJ/kg
Fungizide	180 MJ/kg	90 bis 400 MJ/kg

Synthesestufen bestimmen Energieverbrauch

Der Energieverbrauch für Pflanzenschutzmittel beinhaltet eine Vielzahl einzelner Energieverbräuche vom Rohstoff- und Ressourcenverbrauch über den Energieverbrauch zur Herstellung bis zur Entsorgung von Leergebinde. Tabelle 1 gibt Auskunft über den durchschnittlichen Energieverbrauch. Die grossen Spannbreiten erklären sich mit der Anzahl Synthesestufen bei der Produktion und der Art der verwendeten Hilfsstoffe. Wirkungsvolle Pflanzenschutzmittel, die einen hohen Energieaufwand zur Produktion erfordern, können insgesamt eine bessere Energieeffizienz aufweisen als Mittel mit einem geringen Energieaufwand, die aber deutlich reduzierte Erträge bringen (Quelle KTBL-Schrift 463).

Stickstoff-Motor nicht abwürgen

Besonders Stickstoff gilt als Motor der Ertragsbildung im Pflanzenbau. Da für die Produktion von einem Kilogramm Stickstoff, in Form von Handelsdünger, die Energie von einem Liter Dieselöl verbraucht wird, drängt sich eine effiziente Düngerstrategie auf. Berechnun-



Pflugeinstellung: Starke Reibung der Anlage an der Furche erhöht den Verschleiss und steigert den Treibstoffverbrauch um bis zu 20 Prozent.



Die Flächenleistung kann durch grössere Arbeitsbreiten oder durch höhere Fahrgeschwindigkeit erhöht werden.



Die Anzahl Synthesestufen entscheidet über die Höhe des Energieverbrauches bei der Herstellung von Pflanzenschutzmitteln.

gen gehen davon aus, dass weltweit rund 60 Prozent des Stickstoff-Inputs in pflanzlichen Produkten gebunden werden (Tabelle 2). 40 Prozent gehen an die Umwelt verloren. Als Vergleich: In Milchproduktions-Betrieben werden bestenfalls 30 Prozent des Stickstoffs aus Futtermittel und Dünger wieder in Produkten für die menschliche Ernährung gefunden.

Sensoren sollen es richten

Zahlreiche Untersuchungen (zum Beispiel: Lamp & Schnug 87) gehen davon aus, dass bei traditioneller Diagnose und Düngungstechnik kaum mehr als 20 Prozent der Flächen bedarfsgerecht gedüngt werden. Auf den laufend grösser werdenden Parzellen entspricht eine schlageinheitliche Düngung nicht mehr den Anforderungen einer effizienten Düngung. Hilfsmittel wie ein

Nitratschnelltest oder die Chlorophyll-Analyse mit dem Hydro-N-Tester sind für den Praxiseinsatz geeignet. Die teilflächenspezifische N-Düngung bedingt aber in der Regel fahrzeuggestützte Sensoren in Verbindung mit einem entsprechend ausgerüsteten Düngestreuer. Neben dem auch in der Schweiz bekannten Hydro-N-Sensor der aus der Grünfärbung des Pflanzenbestandes das Düngebedürfnis ableitet, wird bei der laserinduzierten Fluoreszenzmessung der Chlorophyll-/Magnesiumgehalt gemessen. Ein weiteres Verfahren basiert auf der Auslenkung eines an der Fronthydraulik montierten Pendelsensors. Alle drei Systeme arbeiten in Ist-Zeit, das heisst die Sensorwerte werden mithilfe eines Computers direkt zur Mengensteuerung am Düngestreuer verwendet. Technische Hilfsmittel zur teilflächenspezifischen Düngung sind vorhanden. Ihr wirtschaft-

licher Einsatz im vergleichsweise klein strukturierten Schweizer Ackerbau ist nicht ganz einfach. Ein gangbarer Weg ist der Einsatz und das Management durch Lohnunternehmer.

Hofdünger sind energieeffizient(er)

Der richtige Einsatz betriebseigener Dünger wie Mist und Gülle ist ebenso Teil einer energieeffizienten Düngung. Die grösste Schwierigkeit stellt der unbekannte Nährstoffgehalt dar. Allgemeine Richtzahlen sind neben regelmässigen Analyseergebnissen die einzigen Anhaltspunkte für den Nährstoffgehalt. Die akute Gefahr der Ammoniakemissionen erschwert den Hofdüngereinsatz zusätzlich. Technische Lösungen für eine verlustarme Ausbringung sind inzwischen hinlänglich bekannt. Durch gemeinschaftlichen Einsatz kann eine wirtschaftliche Auslastung

Tabelle 2: Gehalte an Stickstoff in der Frischmasse (FM) von Kulturpflanzen

Kultur	Ernteprodukt	TS in % der FM	kg Stickstoff pro 100 kg
Winterweizen	Körner (12% RP)	86	1,08
	Stroh	86	0,50
	Körner und Stroh		2,30
Wintergerste	Körner (12% RP)	86	1,70
	Stroh	86	0,50
	Körner und Stroh		2,20
Winterraps	Körner (23% RP)	91	3,30
	Stroh	86	0,55
	Körner und Stroh		4,40
Silomais	Ganzpflanze	28	0,38
Zuckerrüben	Rübe		0,18
	Blatt		0,40
	Rübe und Blatt		0,46

(Quelle: Arbeitsbericht Arbeitskreis Düngerberatung und Nährstoffhaushalt 2001)



Die teilflächenspezifische N-Düngung bedingt in der Regel fahrzeuggestützte Sensoren in Verbindung mit einem entsprechend ausgerüsteten Düngestreuer.