

Verwendete Formelzeichen		
ξ	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mg/m^3)	Wirkstoffgehalt (Schadstoffgehalt) in der Luft (20 °C, 1013 mbar); Belastung der Luft durch Wirkstoffe (aktiver Bestandteil im Präparat) der Pflanzenbehandlungsmittel
Indizes für ξ , tiefgesetzte		
F		am ungeschützten Fahrerplatz eines Spritz- oder Sprühfahrzeuges (Atembereich)
FKab (1)		im Atembereich in einer Kabine an der Meßstelle 1
Q		im Trägerluftstrom bei Austritt aus dem Sprühgerät
Zu		im Zuluftkanal, Probenahme wie bei der Messung des gesamten Wirkstoffgehaltes
hochgesetzte		
a		atembarer Wirkstoffgehalt
g		gesamter Wirkstoffgehalt beim Sprühen
Emissionen		
\dot{E}_{W1}	$\text{kg}/\text{m h}$	Emissionsstrom aus Wirkstoff pro m Spritzbreite
\dot{E}_L	m^3/h	Gebläse-Luftstrom beim Sprühen
Luftbewegungen und Luftzustände		
\dot{Q}_{resp}	m^3/h	Atemvolumen (Atemluftstrom)
\dot{Q}_{zu}	m^3/h	Zuluftstrom
v_{rw}	m/s	rel. Windgeschwindigkeit, Anströmgeschwindigkeit
α	°	Windeinfallswinkel (relative Windrichtung), Winkel zwischen Fahrzeuglängsachse und Windrichtung (bei axialem Gegenwind ist $\alpha = 0$)
Abmessungen		
h	m	lotrechter Abstand vom Boden
s_A	m	horizontaler Abstand zwischen Meßstelle und Quelle (Spritzbalken bzw. Düsenkranz des Sprühgerätes)
andere Formelzeichen		
A_q	m^2	angeströmte Querschnittsfläche der ungeschützten Körperteile

A	%	Abscheidegrad
D	%	Durchlaßgrad
E	%	Entlastungsgrad
β_{derm}	$\mu\text{g}/\text{h}$	stündliche dermale Exposition
β_{resp}	$\mu\text{g}/\text{h}$	stündliche respiratorische Exposition
η_{derm}		Auftreffgrad
η_{resp}		Inhalationswahrscheinlichkeit, Respirationsgrad

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] *Batel, W.*: Belastung des Arbeitsplatzes durch Wirkstoffe beim Ausbringen von Pflanzenbehandlungsmitteln. *Grundl. Landtechnik* Bd. 31 (1981) Nr. 3, S. 94/108.
- [2] *Batel, W.*: Belastung des Arbeitsplatzes beim Ausbringen von Pflanzenbehandlungsmitteln durch Spritzen und Sprühen. *Grundl. Landtechnik* Bd. 32 (1982) Nr. 4, S. 113/24.
- [3] *Batel, W.*: Staubbelastung und Staubzusammensetzung an Arbeitsplätzen der landwirtschaftlichen Produktion und daraus abzuleitende Belastungsgrenzen und Staubschutzmaßnahmen. *Grundl. Landtechnik* Bd. 29 (1979) Nr. 2, S. 41/54.
- [4] WHO: Environmental Health Criteria 6 – Principles and methods for evaluating the toxicity of chemicals. Part I World Health Organisation, Geneva 1978.
- [5] DFG: Mitteilungen der Kommission für Pflanzenschutz-, Pflanzenbehandlungs- und Vorratsschutzmittel. Sekretariat der Deutschen Forschungsgemeinschaft Bonn-Bad Godesberg, Kennedyallee 40.
- [6] • *Klimmer, O.R.*: Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Hattingen: Verlag Hundt 1971.
- [7] *Miller, M.L., A.W. Eissler u. J.W. Ackley*: Tractor operator enclosure environment during pesticide application operations. ASAE-Paper No. 79-1009.
- [8] *Batel, W.*: Zur respiratorischen und dermalen Belastung beim Ausbringen von Pflanzenbehandlungsmitteln. Erscheint demnächst in dieser Zeitschrift.

Einsatzoptimierung von Ackerschleppern durch elektronische Fahrerinformation

Von Johannes Schimmel und Heinz Hulla, Steyr, Österreich*)

DK 631.372:629.1.057

In den letzten Jahren ist es gelungen, Ackerschlepper mit einem weitgehend ausgereiften Grundkonzept zu entwickeln, wodurch die Basis für den wirtschaftlichen Einsatz geschaffen wurde. Die weitere konstruktive Optimierung ist mit großem Aufwand verbunden, der angesichts der

Ertragsituation der Landwirtschaft zunächst nicht vertretbar scheint. Eine vergleichsweise günstige Möglichkeit der Weiterentwicklung bietet sich für die Fahrweise des Schleppers an, die aufgrund mangelnder Information derzeit durch den Fahrer nur unvollkommen den wirtschaftlichen Anforderungen angepaßt werden kann. Theoretische Überlegungen zur Definition der optimalen Fahrweise werden angestellt und ein als Prototyp realisiertes Fahrerinformationssystem beschrieben.

Für die Zusammenarbeit bei der Herstellung des Prototyps bedanken wir uns bei Herrn Prof. Dr.-Ing. H. Göhlich und Herrn Dipl.-Ing. K.-H. Mertins vom Institut für Landtechnik und Baumaschinen der TU Berlin.

*) Dipl.-Ing. J. Schimmel ist Mitarbeiter der Abteilung Forschung, Dipl.-Ing. H. Hulla Leiter der Versuchsabteilung Traktor/Landmaschinen der STEYR-DAIMLER-PUCH AG in Steyr, Österreich.

Vorgetragen auf der VDI-Tagung Landtechnik in Neu-Ulm am 28. Oktober 1982.

1. Einleitung

Wegen der unterschiedlichen wirtschaftlichen Anforderungen beim Betrieb von Schleppern und der großen Variationsmöglichkeiten bei Gangwahl und Fahrpedalstellung sollte das Auffinden und Einhalten der optimalen Fahrweise nicht mehr ausschließlich dem Gefühl und der Erfahrung des Fahrers überlassen werden. Ein erster Schritt zu einem rationelleren Schlepperbetrieb könnte in einem Informationssystem liegen, das den Fahrer beim Auffinden und Einhalten der optimalen Betriebsparameter unterstützt. Bevor im folgenden ein derartiges System vorgestellt wird, sollen einige theoretische Überlegungen beschrieben werden.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Spezifischer Kraftstoffverbrauch des Motors

Ausgangspunkt der Überlegungen zur Definition einer optimalen Fahrweise ist das Muschelkennfeld des Schleppermotors, **Bild 1**. Die Abhängigkeit des spezifischen Verbrauches des Motors von Drehzahl und Drehmoment und damit die Form der Muschelkurven haben großen Einfluß auf den Verbrauch des Schleppers [1]. Das Motorkennfeld allein gibt schon wesentliche Anhaltspunkte für das Betriebsverhalten des Gesamtsystems Fahrzeug/Gerät, es reicht aber allein nicht aus, die optimale Fahrweise eines Schleppers zu ermitteln.

Es wurde deshalb ein Verbrauchskennfeld unter Berücksichtigung der einzelnen Teilsysteme Motor, Getriebe, Rad/Boden und Gerät/Boden erstellt, wobei Pflügen mit einem Allradschlepper angenommen wurde.

2.2 Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs mit Gerät

Bild 2 zeigt den Kraftstoffverbrauch, bezogen auf die bearbeitete Fläche, in der Einheit l/ha. Auch diese Größe wurde analog zu **Bild 1** in Abhängigkeit von Motordrehzahl und -moment dargestellt, so daß auch der Wert für den jeweiligen Motorbetriebspunkt sofort ablesbar ist. Die unterbrochenen Linien sind in Analogie zu den Linien gleicher Motorleistung im Motorkennfeld (**Bild 1**) hier Linien gleicher Flächenleistung. Für jeden Motorbetriebspunkt sind bei gegebenen Fahrzeug-, Geräte- und Bodendaten alle Einsatzparameter wie Zugkraft, wahre Fahrgeschwindigkeit und Schlupf eindeutig bestimmt. Unter Annahme eines vielstufigen Getriebes wurde der Verbrauch für ein dichtes Netz von Betriebspunkten errechnet und in Form von Muschelkurven gleicher Werte für den flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch in l/ha dargestellt.

Anhand dieser Darstellung läßt sich die optimale Fahrweise eines Schleppers diskutieren. Der absolut niedrigste flächenbezogene Kraftstoffverbrauch ergibt sich im markierten Punkt geringsten Verbrauchs mit 10,7 l/ha, wobei allerdings die erzielte Flächenleistung nur etwa 1 ha/h beträgt. Bei Steigerung der Flächenleistung um 100 % auf 2 ha/h ergibt sich ein flächenbezogener Verbrauch von 15 l/ha, also ein Mehrverbrauch von 50 %. Besonders im Gebiet nahe beim Punkt geringsten Verbrauchs liegen die Muschelkurven weniger dicht, eine Steigerung der Flächenleistung hat hier daher geringen Einfluß auf den Verbrauch. Im Bereich der Nennleistung des Schleppers ist jedoch ein geringer Zuwachs an Flächenleistung mit einem starken Anstieg des flächenbezogenen Kraftstoffverbrauchs verbunden. Zwischen dem Punkt des Verbrauchsminimums und dem der höchsten Flächenleistung liegen beliebig viele mögliche Betriebspunkte, von denen jedoch einige eine besondere Bedeutung haben, wie im folgenden dargelegt wird.

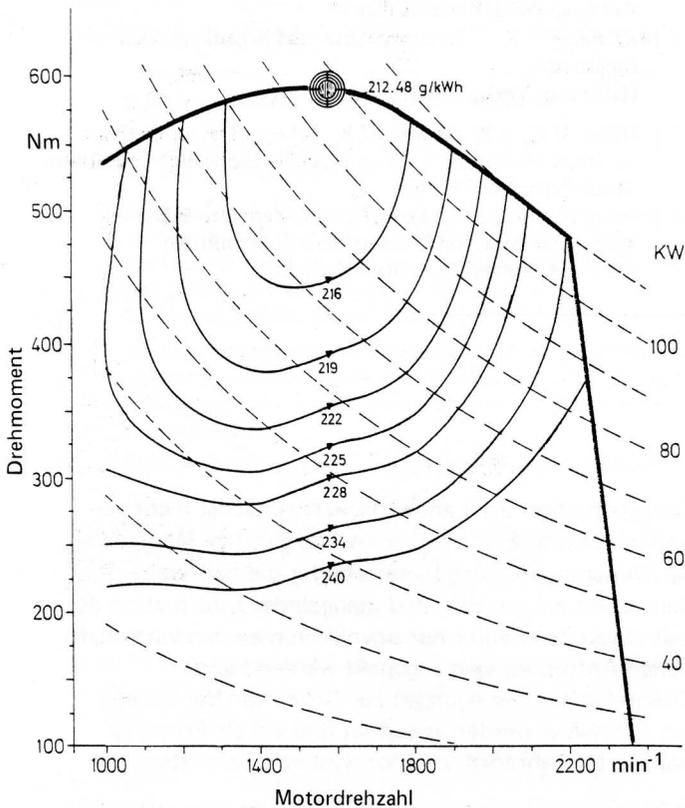


Bild 1. Drehzahl-Drehmoment-Kennfeld eines Schleppermotors mit Linien konstanten spezifischen Kraftstoffverbrauchs (ausgezogene Kurven – Muschelkurven) und Linien konstanter Leistung (unterbrochene Kurven).

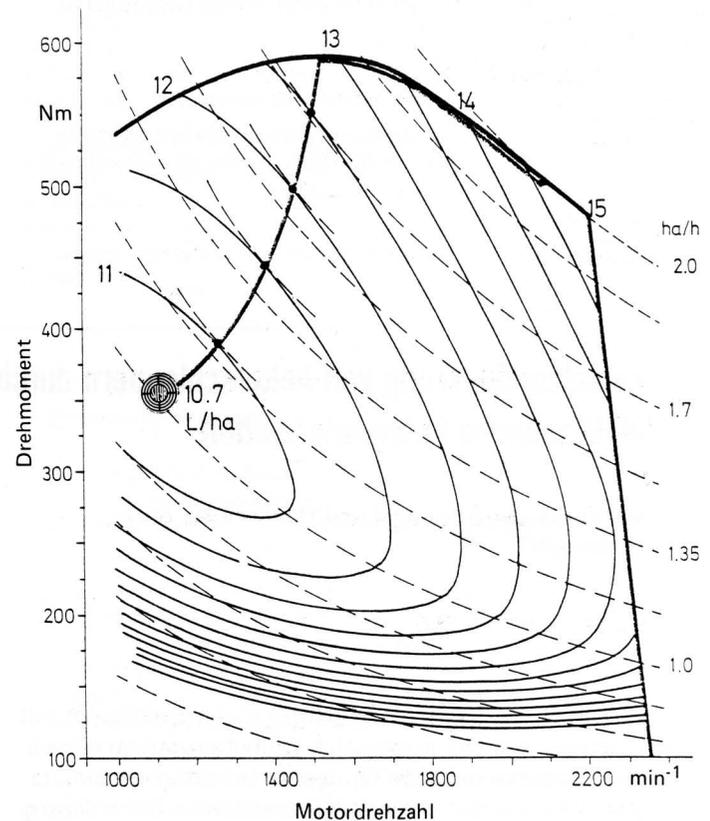


Bild 2. Drehzahl-Drehmoment-Kennfeld eines Schleppermotors mit Linien gleichen flächenbezogenen Kraftstoffverbrauchs (ausgezogene Kurven) und Linien gleicher Flächenleistung (unterbrochene Kurven) beim Pflügen.

2.3 Ausgezeichnete Betriebspunkte

Es sind dies die Punkte, in denen die Linien konstanter Flächenleistung und die Muschelkurven konstanten flächenbezogenen Kraftstoffverbrauchs einander berühren. In diesen Punkten ist jeweils mit einem bestimmten flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch die maximale Flächenleistung zu erzielen, oder umgekehrt betrachtet, für eine bestimmte Flächenleistung wird der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch am kleinsten.

Auf der eingezeichneten Verbindungslinie dieser Punkte ist der Betriebspunkt der optimalen Fahrweise zu suchen, der jedoch mit dieser Darstellung allein nicht eindeutig bestimmt ist.

Es muß vielmehr zusätzlich festgelegt werden, ob für den jeweiligen Einsatz der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch oder die Flächenleistung das maßgebende Kriterium ist. Im ersten Fall wird man im aufsteigenden Ast der Kurve fahren, im zweiten Fall in dem Bereich, der mit der Vollastlinie des Motors zusammenfällt.

2.4 Einsatzstrategien

Die grundsätzlichen Strategien für den Einsatz eines Schleppers, die sich aus dieser Überlegung ergeben, sind in Bild 3 schematisch dargestellt. Die beiden Einsatzstrategien kraftstoffsparend und zeitsparend sind Eckpunkte einer kontinuierlichen Reihe von verschiedenen, dazwischenliegenden Betriebsarten des Schleppers. In Abhängigkeit von Betriebsstruktur und Betriebsorganisation, aber vor allem von den Witterungsverhältnissen, kann es von Fall zu Fall wirtschaftlicher sein, entweder zeitsparend mit hoher Flächenleistung und damit erhöhtem Kraftstoffverbrauch oder kraftstoffsparend mit geringerer Flächenleistung und niedrigem Verbrauch zu fahren.

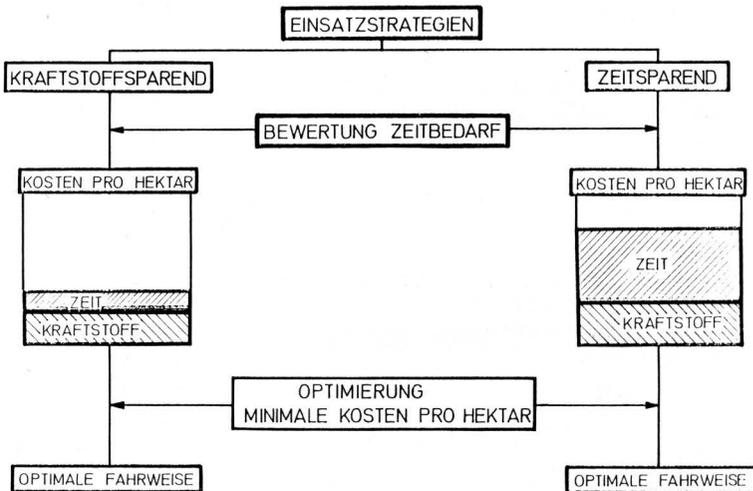


Bild 3. Strategien für den Einsatz des Schleppers beim Pflügen.

Eine Möglichkeit der zahlenmäßigen Erfassung der beiden Strategien ist die Bewertung des Zeitbedarfes durch Kosten pro Stunde. Diese sind bestimmt durch Maschinenkosten, Lohnkosten und andere, aber im Extremfall auch durch Ertragseinbußen, die bei kritischer Witterung durch verlängerte Arbeitszeit entstehen können. Bei hoher Bewertung des Zeitbedarfes (großer Kostenanteil für die Zeit, rechts im Bild), wird man eine zeitsparende Fahrweise wählen, da die erhöhten Kraftstoffkosten im Vergleich zu den Zeitkosten wenig ins Gewicht fallen. Bei niedriger Bewertung des Zeitbedarfes (links im Bild) ist es hingegen wirtschaftlicher, kraftstoffsparend zu fahren.

Realistischerweise ist anzunehmen, daß die Bewertung des Zeitbedarfes nie vollkommen zu Null wird. Auch wenn Lohnkosten und Ertragseinbußen nicht auftreten, bleibt ein bestimmter, maschinengebundener Kostensatz pro Stunde Arbeitszeit bestehen. Man

darf deshalb dem Landwirt nicht das in Bild 2 gezeigte absolute Verbrauchsminimum als Ziel der kraftstoffsparenden Fahrstrategie anbieten, sondern muß einen Mindestsatz an Zeitkosten immer miteinbeziehen, der von Fall zu Fall zu kalkulieren ist.

Nach Auswahl einer Fahrstrategie, die sich zahlenmäßig durch ein bestimmtes Verhältnis von Zeitkosten zu Treibstoffkosten ausdrücken läßt, gelingt es eindeutig, eine optimale Fahrweise anzugeben, die zu einem Minimum der flächenbezogenen Gesamtkosten führt.

2.5 Kraftstoffsparende Fahrweise

In Bild 4 ist für die Strategie "kraftstoffsparend" der Verlauf der Gesamtkosten als Funktion aller möglichen Betriebszustände dargestellt. Hier wurde für das Verhältnis der Kosten von einer Stunde Arbeitszeit und einem Liter Treibstoff der sehr niedrige Wert von 10 : 1 angesetzt. Die Muschelkurven um den gekennzeichneten Optimalpunkt sind Linien gleicher flächenbezogener Gesamtkosten, wobei die einzelnen Muschelkurven für Differenzen von jeweils 2 % Mehrkosten bezogen auf das Minimum berechnet sind. Man erkennt, daß der Optimalpunkt — schon bei sehr geringer Bewertung der Zeit — deutlich in die Nähe der Vollastlinie rückt. Aus der Form der Muschelkurven geht hervor, daß hier die Einhaltung der Drehzahl wichtiger ist als die des Drehmomentes.

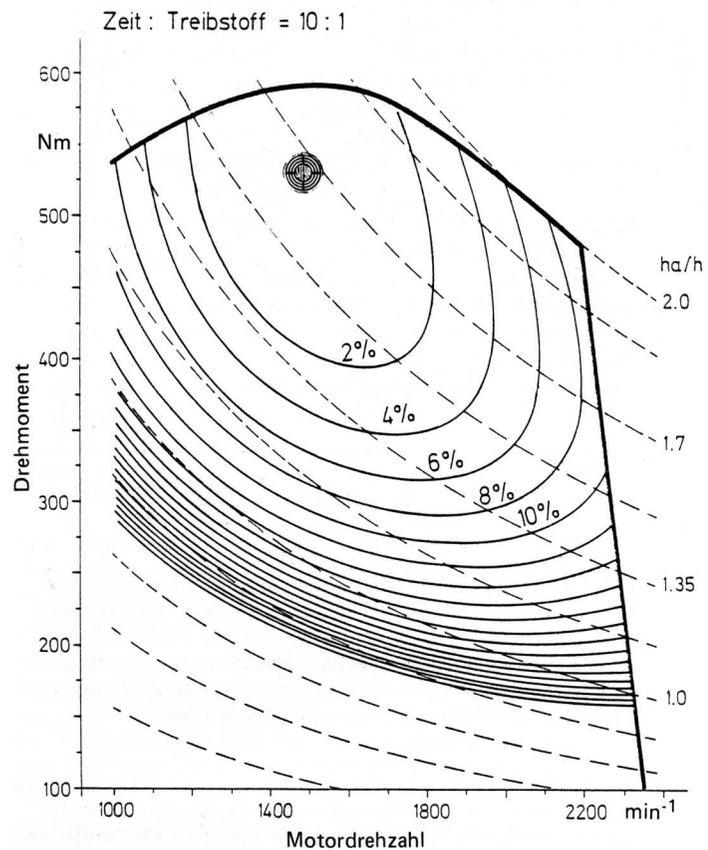


Bild 4. Drehzahl-Drehmoment-Kennfeld eines Schleppermotors mit Linien konstanter flächenbezogener Gesamtkosten (ausgezogene Kurven geben Mehrkosten gegenüber dem eingezeichneten Punkt geringster Kosten an) und Linien konstanter Flächenleistung (unterbrochene Kurven) beim Pflügen in kraftstoffsparender Fahrweise; Verhältnis Zeitkosten (DM/h)/Treibstoffkosten (DM/l) = 10/1.

2.6 Zeitsparende Fahrweise

Ein Beispiel für zeitsparende Fahrweise zeigt **Bild 5**. Für dieses Diagramm wurde das Verhältnis der Kosten von einer Stunde Arbeitszeit und einem Liter Treibstoff mit dem hohen Wert von 50 : 1 angesetzt. Das Ergebnis der Optimierung zeigt, daß das Optimum sehr nahe an den Punkt höchster Flächenleistung heranrückt, da die Kraftstoffkosten von den hohen Zeitkosten weitgehend überdeckt werden.

Der Abstand der Muschelkurven, die auch hier wieder für Stufen von jeweils 2 % Mehrverbrauch eingetragen sind, ist kleiner als im **Bild 4**, d.h. ein Abweichen von der optimalen Fahrweise bringt einen größeren Kostenanstieg.

Im Gegensatz zur kraftstoffsparenden Fahrweise, bei der es in erster Linie auf die Einhaltung der Motordrehzahl ankommt, ist hier die Einhaltung des Drehmomentes wichtiger.

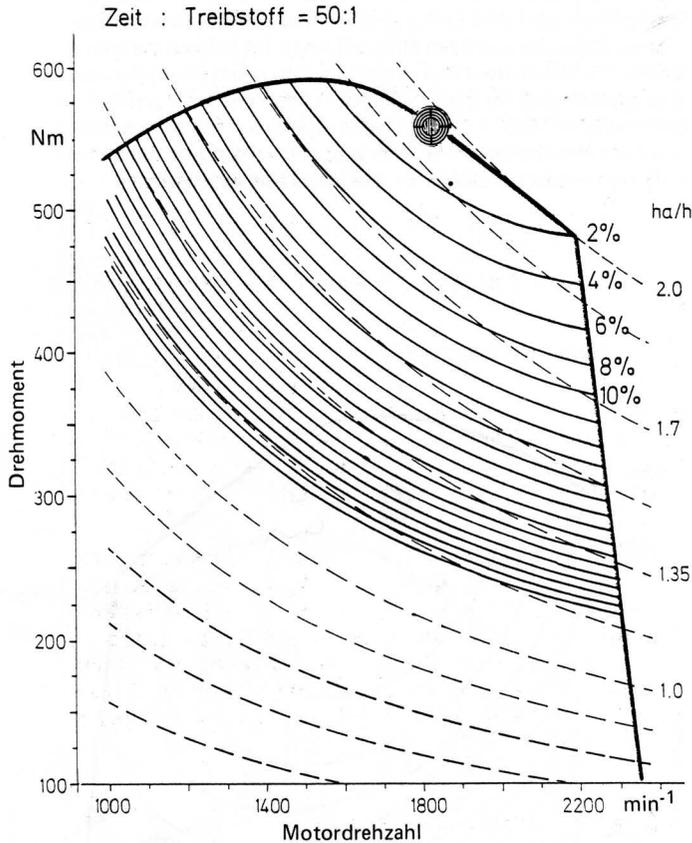


Bild 5. Drehzahl-Drehmoment-Kennfeld eines Schleppermotors mit Linien konstanter flächenbezogener Gesamtkosten (ausgezogene Kurven geben Mehrkosten gegenüber dem Punkt geringster Kosten an) und Linien konstanter Flächenleistung (unterbrochene Kurven) beim Pflügen in zeitsparender Fahrweise; Verhältnis Zeitkosten (DM/h)/Treibstoffkosten (DM/l) = 50/1.

Am Rande sei auf den günstigen Einfluß eines hohen Drehmomentanstiegs bei Abfallen der Motordrehzahl von der Nenndrehzahl hingewiesen. Der Schlepper erreicht die maximale Flächenleistung schon deutlich unterhalb der Nenndrehzahl, also in einem Bereich niedrigen spezifischen Kraftstoffverbrauches.

Für die Anwendung dieser Ergebnisse in einem Fahrerinformationssystem sind zunächst die für die Lage der Punkte geringster Kosten wesentlichen Parameter zu bestimmen. Diese Parameter liefern die unbedingt notwendigen Eingabegrößen, die zum Teil durch Messungen zu ermitteln sind. Es wurden deshalb zunächst in einem Simulationsmodell [2] Parametervariationen durchgerechnet, um die einzelnen Einflüsse kennenzulernen.

2.7 Parametervariation

Bild 6 zeigt als Beispiel das Ergebnis für eine Variation der Bodenparameter zwischen einem sehr schweren, einem mittleren und einem leichten Boden. Die absolute Höhe der Kosten ändert sich dabei beträchtlich, die Lage der Punkte des wirtschaftlichsten Motorbetriebs für eine bestimmte Einsatzstrategie verschiebt sich jedoch nur geringfügig.

Ebenso klein sind die Verschiebungen der Optimalpunkte bei Variation der Arbeitsbreite oder der Ballastierung des Schleppers innerhalb praxisüblicher Werte.

Als Begründung dafür kann auf den überragenden Einfluß des Motorkennfeldes hingewiesen werden, das durch seine Charakteristik die Wirkungen der übrigen Systemparameter qualitativ weitgehend überdeckt.

Dieses Ergebnis ist von Bedeutung für die praktische Anwendung, da hieraus abzuleiten ist, daß die optimale Fahrweise eines Schleppers sich in erster Näherung durch Messung von Motormoment und -drehzahl kontrollieren läßt und die Erfassung von Zugkraft und Schlupf nicht erforderlich ist. Die oben gezeigten Optimalpunkte für verschiedene Kostenverhältnisse können für jeden Schlepper im Vorhinein bestimmt und am Fahrzeug in einem Digitalrechner fest abgespeichert werden.

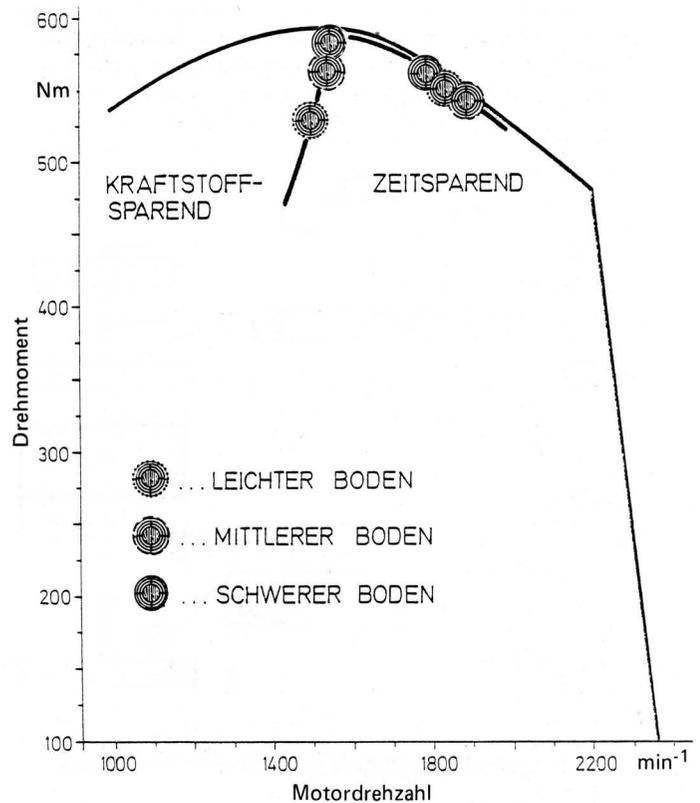


Bild 6. Drehzahl-Drehmoment-Kennfeld eines Schleppermotors mit Punkten kleinster Gesamtkosten beim Pflügen verschiedener Böden (Verhältnis Zeitkosten (DM/h)/Treibstoffkosten (DM/l) = 10/1 (kraftstoffsparend) bzw. 50/1 (zeitsparend)).

3. Konzeption eines Fahrerinformationssystems

3.1 Versuchsaufbau

Zur praktischen Anwendung dieser theoretischen Überlegungen haben wir einen Versuchstraktor mit den notwendigen meßtechnischen Einrichtungen ausgestattet und ein Fahrerinformationssystem aufgebaut [3, 4]. Die im **Bild 7** doppelt umrandeten Elemente sind für eine Serienanwendung unbedingt erforderlich, sie die-

nen zur Messung von Motordrehzahl und Motormoment, zur Meßwertverarbeitung und Speicherung der Optimalwerte sowie zur eigentlichen Fahrerinformation in der Kabine. Die einfach umrandeten Einrichtungen sind im Versuchstraktor zusätzlich eingebaut; sie erfüllen Kontroll- und Zusatzaufgaben für die Weiterentwicklung des Systems.

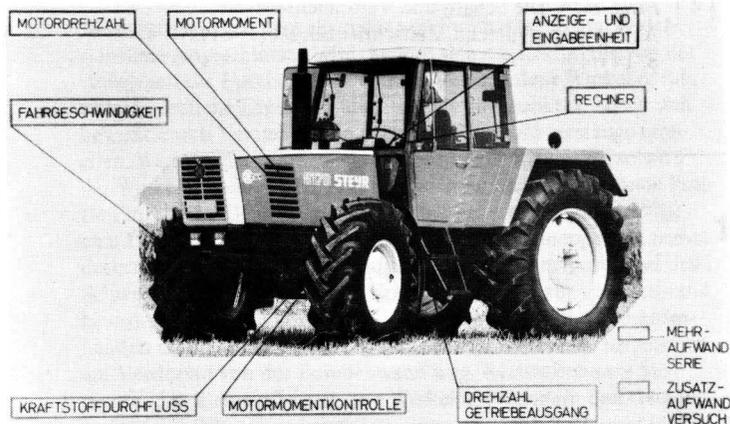


Bild 7. Schlepper mit Einrichtungen für ein Fahrerinformationssystem; doppelt umrandet sind für Betrieb des Fahrerinformationssystems notwendige Einrichtungen, einfach umrandet sind Einrichtungen für Erprobung und Weiterentwicklung.

3.2 Anzeigeeinheit

Als Bindeglied zwischen Fahrer und Maschine schlagen wir eine elektronische Anzeigeeinheit wie in Bild 8 vor. Der Fahrer gibt zu Beginn der Arbeit durch Tastendruck im linken Feld die gewünschte Einsatzstrategie "kraftstoffsparend", "zeitsparend" oder eine Mittelstellung ein.

Der Mikrocomputer kennt damit aufgrund der vorher für den Schlepper ermittelten Zusammenhänge die optimalen Werte für Drehmoment und Drehzahl und legt den hierdurch bestimmten Punkt in das Zentrum des über den Tasten angeordneten zweidimensionalen Displays. Die Lage des jeweiligen aktuellen Motorbetriebspunktes in Abhängigkeit von Drehzahl und Drehmoment wird dem Fahrer durch einen beweglichen Lichtpunkt angezeigt.

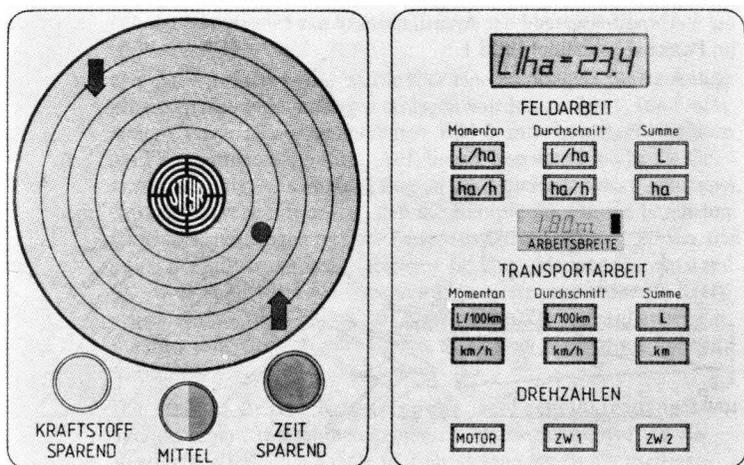


Bild 8. Aufbau des Fahrerinformationsgerätes: links Anzeigegerät zur Optimierung der Fahrweise (Zielinstrument), rechts Gerät für das Ausgeben der Werte angewählter Kenngrößen.

Anhand dieses "Zielinstrumentes" am Armaturenbrett kann der Fahrer bei längerer annähernd stationärer Fahrt den aktuellen Motorbetriebspunkt in Richtung zum Optimum verlagern. Durch Variation der Fahrpedalstellung ist die Motordrehzahl und damit die Lage des Betriebspunktes in horizontaler Richtung des Displays zu steuern. Durch Wahl des Getriebeganges hingegen ist eine Beeinflussung des Drehmomentes und damit der Lage des Betriebspunktes in vertikaler Richtung möglich.

Die beiden Pfeile sind als zusätzliche Hilfe bei der Wahl des optimalen Ganges gedacht, indem sie durch Blinken jeweils "Abwärts" oder "Aufwärtsschalten" signalisieren.

Neben der relativen Optimierung der Fahrweise sollen dem Fahrer aber auch absolute Werte angezeigt werden, an denen er einerseits den Erfolg der richtigen Fahrweise ablesen kann, andererseits auch Verbrauchserhöhungen, die sich z.B. aus Wartungsmängeln ergeben, erkennen kann. Dazu wurde im rechten Teil des Gerätes ein Display konzipiert, das jeweils den Wert der durch Tastendruck gewählten Größe anzeigt.

Für die Feldarbeit können folgende Größen angewählt werden:

- die Momentanwerte für den flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch in l/ha und die Flächenleistung in ha/h
- die Durchschnittswerte für den flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch und die Flächenleistung seit Arbeitsbeginn
- die Summenwerte der verbrauchten Treibstoffmenge und der bearbeiteten Fläche.

Analog werden bei den Transportarbeiten Momentan- und Durchschnittswert des streckenbezogenen Kraftstoffverbrauchs und der Geschwindigkeit und als Summenwerte das verbrauchte Kraftstoffvolumen und die zurückgelegte Wegstrecke nach Wahl angezeigt. An zusätzlichen Größen, verglichen mit dem Gebrauch des "Zielinstrumentes", ist für die Berechnung und Anzeige der Absolutwerte die Fahrgeschwindigkeit und die Arbeitsbreite des Gerätes erforderlich. Die Arbeitsbreite muß einmal mittels eines Druckknopfes eingestellt werden und bleibt dann bis zu einer eventuellen Änderung gespeichert.

Im übrigen ist durch Aufnahme einiger Zusatzfunktionen in dieses Gerät wie Anzeige der Drehzahlen von Motor und Zapfwellen auch eine Möglichkeit gegeben, das derzeit verwendete, unübersichtliche Traktormeter vollkommen abzulösen. Die zusätzliche Belastung des Fahrers, die durch ein leistungsfähiges Informationssystem sicher gegeben ist, wird dann ausgeglichen, indem ihm das Ablesen von mehrskaligen Rundinstrumenten oder Geschwindigkeitstabellen erspart bleibt.

4. Zusammenfassung

Nach Auswahl einer Fahrstrategie kann die optimale Fahrweise eines Schleppers eindeutig angegeben werden. Moderne Schlepper mit vieltufigen Getrieben ermöglichen weitgehend auch die Verwirklichung dieser Fahrweise.

Da der Fahrer beim gefühlsmäßigen Aufsuchen der optimalen Fahrweise überfordert ist, wird ein Informationssystem vorgeschlagen, das den Fahrer mit Hilfe eines elektronischen "Zielinstrumentes" bei der richtigen Wahl von Fahrpedalstellung und Getriebe-gang unterstützt und Kennwerte für Verbrauch und Arbeitsleistung anzeigt.

Bei Diskussionen mit Landwirten und Benutzern größerer Schlepper ist ein starker Bedarf an Information über Wirtschaftlichkeitsdaten beim Schleppereinsatz erkennbar. Zugleich äußern sich gewisse Bedenken wegen einer zunehmenden Belastung des Landwirtes mit Informationen, die sich als Folge der Mechanisierung der Landwirtschaft ergibt.

Erst umfangreiche Versuche und die Reaktion der Kunden werden daher zeigen, ob derartige technische Lösungen, die den Fahrer als Regelglied benötigen, auf die Dauer anzustreben sind, oder ob man gleich auch den nächsten Schritt gehen soll, der die Optimierung

des Schleppereinsatzes mit Hilfe geschlossener Systeme bedeutet. Im Zeitalter der Elektronik wäre eine solche Lösung technisch durchaus denkbar; sie würde aber andererseits zu einer weiteren Kostensteigerung führen, die gerade in dieser Zeit zu vermeiden ist.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

[1] Geiger, F.: Energiekonzepte für die Landwirtschaft Österreichs.
Diss. Technische Universität Wien, 1982.

[2] Weiler, W.: Optimaler Schleppereinsatz beim Pflügen. Diplomarbeit Technische Universität Wien, 1982.
[3] ● Mertins, K.-H. u. H. Göhlich: Driver information displays – a step to optimum tractor operation. Proc. III. Int. Conf. on energy use management, Berlin, 26./30. Okt. 1981. Bd. III, S. 1707/13. Oxford and New York: Pergamon Press 1981.
[4] Fiala, E.: Die Schalt- und Verbrauchsanzeige. ATZ-Automobiltechn. Zeitschrift Bd. 83 (1981) Nr. 4, S. 147/49.

Die Lage des ideellen Führungspunktes und der Zugkraftbedarf beim Pflügen

Von August van der Beek, Stuttgart-Hohenheim*)

DK 631.372:631.51

Der überwiegende Teil derzeit marktgängiger Anbaupflüge ist mit Verstellvorrichtungen versehen, mit denen entsprechend den Gegebenheiten des jeweiligen Schleppers die Arbeitsbreite des ersten Schares und die Lage des ideellen Führungspunktes einzustellen ist.

In diesem Beitrag wird mit einem vierscharigen Anbaupflug untersucht, wie die Lage des ideellen Führungspunktes den Zugkraftbedarf beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen, daß der Zugkraftbedarf abnimmt, wenn der ideale Führungspunkt zur Furche hin verlagert wird. Mit der Verminderung von Schlupf und Kraftstoffverbrauch ist eine Verlagerung der Seitenkräfte vom Pflug auf den Schlepper hinsichtlich der Leistungsbilanz positiv. Der Geradeauslauf des Schleppers wird jedoch beeinträchtigt.

1. Einleitung

Bei der Einstellung von Volldrehpflügen ist eine Reihe unterschiedlicher Kriterien zu beachten. Gleichmäßige Arbeitstiefe an allen Körpern wird durch die Länge des Oberlenkers und die Neigungsverstellung erreicht, die Arbeitsbreite des ersten Körpers wird der folgenden durch Verschwenken des Rahmens relativ zur Koppel des Dreipunktgestänges angeglichen.

Nahezu alle derzeit marktgängigen Pflüge sind darüber hinaus mit Verstellvorrichtungen versehen, die es gestatten, die Lage des Dreipunktgestänges zu beeinflussen. Damit wird die Lage des ideellen Führungspunktes bestimmt, der für die Wirkungsrichtung der resultierenden Kräfte zwischen Schlepper und Pflug von entscheidender Bedeutung ist. Das System Schlepper/Pflug läßt sich auf diese Weise aufeinander abstimmen. Die Einflußgrößen des Schleppers sind durch Spurweite, Reifenbreite, Radstand, Vorderachslast sowie Zahl der angetriebenen Räder gegeben, die des Pfluges durch die Anzahl sowie Form der Körper und deren Arbeitsbreite.

*) Dipl.-Ing. A. van der Beek ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion (Lehrstuhlinhaber: Prof. Dr.-Ing. A. Stroppel) des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim.

Bisher wurde den Landwirten empfohlen, die Lage des Dreipunktgestänges so zu wählen, daß kein "Seitenzug" vom Pflug auf den Schlepper übertragen, insbesondere die Lenkfähigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim wurde untersucht, wie sich unterschiedliche Lagen des ideellen Führungspunktes auf den Zugkraftbedarf sowie den Gesamtleistungsbedarf des Systems Schlepper/Pflug auswirken.

2. Kinematik und Kinetik zwischen Schlepper und Pflug

Der auf einen Pflugkörper wirkende Bodenwiderstand kann näherungsweise durch eine Kraft ersetzt werden, die, bezogen auf den zu pflügenden Querschnitt, etwa in 1/3 der Furchentiefe über der Furchensole und 1/3 der Arbeitsbreite von der Furchenwand entfernt auf dem Streichblech in spitzem Winkel zur Furchenachse angreift. Die Widerstandskräfte der Körper können vektoriell zu einer Gesamtwiderstandskraft addiert werden, deren Wirkungslinie die Verbindungsgerade der Angriffspunkte der Einzelwiderstände im Punkt W schneidet, Bild 1.

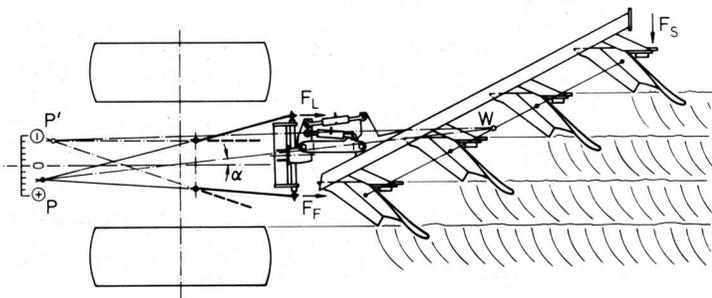


Bild 1. Kräfte am Pflug und Verlauf der Widerstandslinie für unterschiedliche Lagen des ideellen Führungspunktes.