

## Einmannbedienung bei Rübenerntemaschinen

Von Carl Heinrich Dencker, Bonn

Die Entwicklung der deutschen Landtechnik ist im Laufe des letzten Jahrzehnts überraschend schnell dem Vorbild der USA nachgefolgt. Das bedeutet nun nicht, daß die amerikanischen Maschinen und Geräte in Konstruktion und Bauart sklavisch nachgeahmt worden wären, aber die Generallinie ist auf beiden Seiten die gleiche: Sie wird bestimmt durch den Zwang, mit einem Minimum an Arbeitskräften nicht nur im ganzen Betrieb, sondern auch bei den einzelnen Arbeitsgängen auszukommen.

Oft ist die Frage aufgeworfen worden, wohin denn diese Entwicklung führen mag, wobei dann zugleich die Vorstellung von der Automation auftaucht, die in der industriellen Produktion eine so große Rolle spielt. Man kann aber wohl mit Sicherheit voraussagen, daß einer Automation der landwirtschaftlichen Arbeiten wesentlich engere Grenzen gesetzt sind. Selbst im Endergebnis wird man einen vollautomatisierten Ablauf von Arbeitsvorgängen, die nur eines „Einrichters“ bedürfen, nur bei stationären Arbeiten erwarten können, wie z. B. der Futterbereitung, der Fütterung, der Stallreinigung oder dergleichen. Dagegen wird bei allen ortsbeweglichen Arbeiten auf dem Feld, die eine ständige Kontrolle aller Funktionen der Maschinen und ihre Anpassung an Bodenzustand, Geländeneigung, Pflanzenbestand usw. erfordern, der „Einrichter“ zugleich ein „ständiger Begleiter“ der Maschine sein müssen. Hier konzentrieren sich also die technischen Aufgaben im Endziel darauf, den heute noch vielfach erforderlichen zweiten Mann entbehrlich zu machen, indem seine Funktionen

- entweder zur zentralen Bedienung durch den Begleiter vereinfacht und zusammengefaßt werden
- oder automatisiert der Maschine übertragen werden.

In den USA bestand der Zwang zu diesem Einmannbetrieb sehr viel früher und ausschließlicher. Dort werden alle Pflegearbeiten seit rund vier Jahrzehnten ausschließlich mit Zwischenachsgeräten durchgeführt, die im Blickfeld des Schlepperfahrers liegen. Der Mähdrescher ist nicht erst durch den Selbstfahrer zur Einmannmaschine geworden, sondern auch der gezogene Mähdrescher, der heute noch in den mit deutschen Verhältnissen vergleichbaren Gebieten vorherrscht, wird dort mit großer Selbstverständlichkeit ohne Bedienungsmann auf der Maschine gefahren. Rübenerntemaschinen werden unter Inkaufnahme großer Rüstzeiten am Schlepper angebaut, so daß die wichtigsten Organe im Blickfeld des Schlepperfahrers liegen und damit keinen zweiten Mann erfordern. Die Reihe dieser Beispiele ließe sich beliebig vermehren.

Bei uns ist der Zwang zu einer solchen ausschließlichen Einmannarbeit noch nicht auf der ganzen Linie so bestimmend wie in den USA. Aber die Zahl der Betriebe, in denen sich dieser Zwang bereits bemerkbar macht, nimmt rasch zu. Bei der weiteren stetigen Entwicklung ist es, ähnlich wie bei der Motorisierung des Verkehrs, nur eine Frage einer zeitlichen Phasenverschiebung, wann wir vor die gleichen Probleme gestellt sein werden wie die USA. Wir sollten also die noch verbleibende Zeitspanne zwar ohne Nervosität, aber folgerichtig ausnutzen, um rechtzeitig auf das gerüstet zu sein, was in wenigen Jahren sicher zu erwarten ist.

Wie sieht es nun damit in der Zuckerrübenernte aus? Hier liegt zunächst der typische Fall einer durchaus eigenständigen deutschen Entwicklung vor, bei der andere Verfahrenswege und konstruktive Lösungen verfolgt worden sind als in den USA und

auch in den größeren europäischen Nachbarländern. Das gemeinsame Kennzeichen der Entwicklung in allen Ländern ist die Tatsache, daß das Köpfen, Roden und Laden entsprechend dem heutigen Stand der Technik dem Menschen abgenommen ist. Im übrigen bestehen aber große Unterschiede, so z. B. darin,

- daß eine Blattbergung in den USA sowie in Frankreich und im größten Teil von England nicht üblich ist, **Bild 1**, so daß der konstruktive Aufwand für die Maschine dort geringer und der Ablauf des Ernteverfahrens außerordentlich vereinfacht ist;

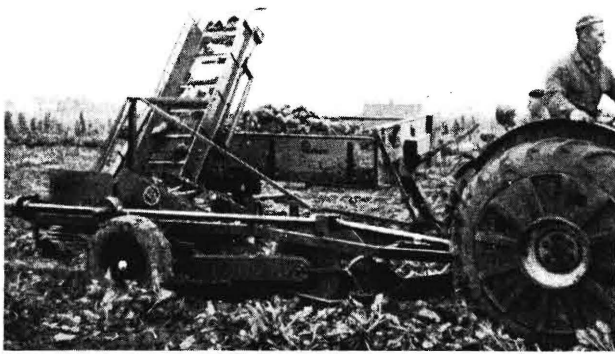


**Bild 1.** Rübenernte in England ohne Blattbergung. Wagenroder mit Ablage in Einachskipper.

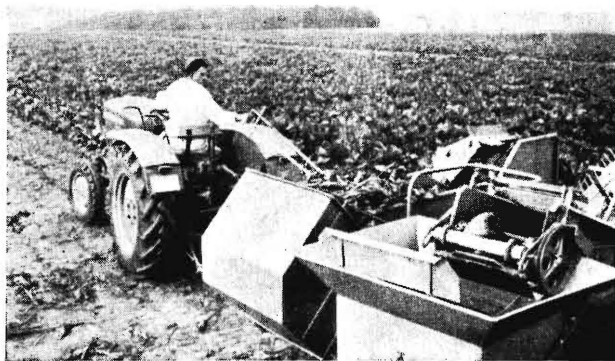
- daß unsere Landwirtschaft im Gegensatz zum Ausland über keine betriebseigenen Lastwagen verfügt, sondern für alle Transporte den Schlepper mit 3- bis 6-t-Vierradwagen verwendet;
- daß sich infolgedessen bei uns keine Einachswagen durchsetzen konnten, die z. B. in England in Ergänzung zum Lastkraftwagen allgemein das innerbetriebliche Transportmittel sind. Diese Einachser stellen dort mit ihrem Schlepper gewissermaßen selbstfahrende Kippbunker dar, die neben dem Wagenroder hergefahren werden (vgl. **Bild 1**), wobei sich durch ihre geringere Ladung sowie die Sattellast auf der Schlepperhinterachse kaum Schwierigkeiten ergeben. Unsere Vierradwagen mit ihrer viel größeren Ladung und der fehlenden Sattellast erfordern dagegen auf unserem Boden leicht Vorspann durch einen zweiten Schlepper, **Bild 2**, was dem Verfahren des Wagenrodens bei uns sehr enge Grenzen setzt;



**Bild 2.** Wagenroden in einen Vierradanhänger (Deutschland). Erfordert bei nassem Boden Schleppervorspann.



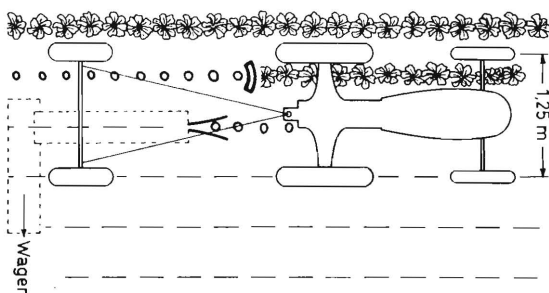
**Bild 3.** Einmann-Bedienung bei englischem Wagenroder, da kein Seitenzug (vgl. auch Bild 5).



**Bild 4.** Einmann-Bedienung bei schwedischem Querschwadköpfröder (vgl. auch Bild 6).

- daß bei uns die bäuerlichen Betriebe vorherrschen im Gegensatz zu den Hauptanbaugebieten in England und Frankreich, so daß wir für die große Masse der Rübenbaubetriebe den Einschlepperbetrieb voraussetzen müssen;
- daß die Verrechnungs- und Abfuhrmethoden oft grundlegende Unterschiede aufweisen. Während bei uns die Abnahme und Schätzung in der Fabrik oder einer Abnahmezentrale erfolgt, wird z. B. in Frankreich der Rübenbestand auf dem Feld vor der Ernte geschätzt und danach bezahlt. Der Abtransport erfolgt im großen Umfang durch fabrik-eigene Kran- und Lastwagen von Feldrandmieten aus, bei denen die Erntearbeit des Bauern ihr Ende findet. Die Folge ist eine Vernachlässigung der hohen, unsichtbaren Ernteverluste durch Veratmung von Zucker, die bei uns für die Wahl unserer heutigen Ernteverfahren mitbestimmend waren.

Die heute auf dem deutschen Markt vorherrschenden Bunkerköpfröder sind also nicht das Ergebnis einer zufälligen Mode, sondern haben sich auf Grund langjähriger Erfahrungen und Untersuchungen als eine Lösung herausgestellt, die unter den genannten Bedingungen sowohl ertragsmäßig als auch in arbeits- und betriebswirtschaftlicher Hinsicht das Optimum darstellen.



**Bild 5.** Fahr- und Werkzeugschema beim englischen Wagenroder (Bild 3).

Diese Bemerkungen mußten vorausgeschickt werden, weil diese Bunkerköpfröder für eine Einmannbedienung schwierigere Anforderungen stellen als die meisten ausländischen Lösungen.

Wenn nun im folgenden von den Bedienungsansprüchen dieser Maschinen und den Möglichkeiten ihrer Reduktion die Rede ist, so muß zunächst unterschieden werden zwischen gezogenen und selbstfahrenden Maschinen.

Bei den gezogenen Rübenerntemaschinen hat der zweite, auf der Maschine fahrende Mann folgende Aufgaben zu versehen:

- Steuerung der Maschine.
- Einsetzen- und Ausheben sowie Tiefensteuerung der Maschine bzw. des Schares,
- Entleeren des Blattbehälters (bei Querschwadablage des Rübenblattes).
- Entladen des Rübenbunkers.
- allgemeine Kontrolle der Maschine (Verstopfung durch Schosser, Blockierung durch Steine usw.).

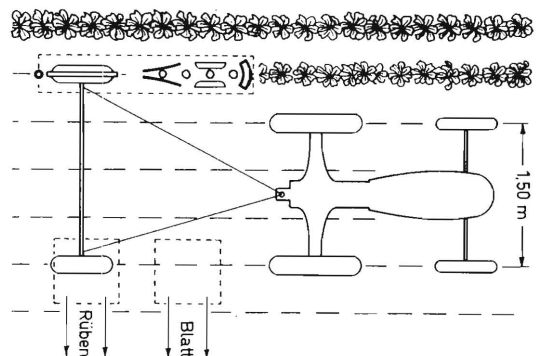
Bei Fortfall des zweiten Mannes müssen diese Aufgaben entweder auf den Schlepperfahrer übertragen oder durch die Maschine automatisiert werden. Vom Schlepperfahrer kann das Ein- und Aussetzen sowie die Tiefensteuerung übernommen werden durch hydraulische Betätigung vom Schlepper aus, wie es von Mähdreschern her bekannt ist. Ferner kann er das Entleeren des Rübenbunkers am Feldende übernehmen.

Alle übrigen Arbeiten müssen durch die Maschine automatisiert werden. Hierzu gehört zunächst die Blattablage in Querschwad, die nach bereits bewährtem Muster durch einen Tastbügel ausgelöst werden kann. Bei Beginn der Arbeit, wo dieser Bügel noch keinen Querschwad zum Abtasten vorfindet, muß die Auslösung mechanisch oder hydraulisch vom Schlepper aus zu betätigen sein.

Ferner müssen nach Möglichkeit alle Kontrollfunktionen, die bisher der Bedienungsmann auf der Maschine zu versehen hatte, fortfallen. Die Maschinen müssen also schosser- und steinsicher sein. Zu denken ist auch an Alarmsignale bei Verstopfungen und Antriebsstockungen innerhalb der Maschine, wofür Beispiele beim Mähdrescher vorliegen.

Die wichtigste und schwierigste Aufgabe, die automatisiert werden muß, ist die Steuerung der Maschine. Hier drängt sich zunächst die Frage auf, warum denn bei so vielen ausländischen Maschinen keine Steuerung erforderlich ist. Das gilt z. B. für die bestechend einfachen englischen Wagenroder, **Bild 3**, oder auch für die schwedischen Querschwadköpfröder, **Bild 4**, die zumindest in ebenem Gelände ohne Steuermann gefahren werden. Auf diese Frage kann einfach geantwortet werden, daß bei diesen Maschinen keine Rücksicht auf eine Blattbergung genommen wird und daher kein Seitenzug auftritt oder daß sie keinen schweren Bunker zu tragen haben oder beides zugleich.

Das sei zunächst am Beispiel des englischen Wagenrodors erläutert. Da auf das Rübenblatt keine Rücksicht genommen zu werden braucht, fährt der Schlepper durch das noch stehende



**Bild 6.** Fahr- und Werkzeugschema beim schwedischen Querschwadköpfröder (Bild 4).

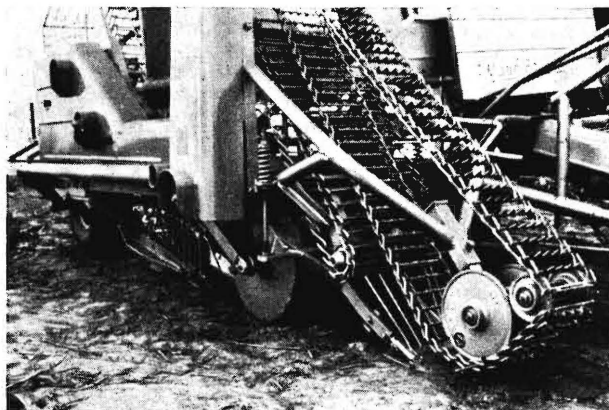
Rübenblatt, so daß die Maschine mittig hinter dem Schlepper in der gleichen Spur fährt, **Bild 5**<sup>1)</sup>). Das Schar und auch das Köpfmesser mit seiner dahinterlaufenden Räumschleuder liegen innerhalb der Spur. Zug und Zugwiderstand bilden also ein Kräftepaar mit nur sehr geringem Abstand. Der Zugwiderstand ist konstant, da sich auf der Maschine kein Bunker mit wechselnder Füllung befindet. Als Gegenstück dazu könnte man übrigens eine im Rheinland gebaute deutsche Maschine nennen, die zweireihig arbeitet und sogar als Bunkerköpfröder ausgebildet ist. Sie arbeitet aber in vorher geköpften Rüben und kann daher wie die englische Maschine mittig hinter dem Schlepper fahren, mit den Scharen innerhalb der Spur, so daß auch diese Maschine in der Ebene ohne Steuerung auskommt.

Ein anderes Beispiel ist die in **Bild 4** bereits gezeigte schwedische Maschine, die wohl den ältesten Querschwadköpfröder darstellt. Sie ist von vornherein ohne Mann zur Welt gekommen, obwohl hier bereits das Schar mit Rücksicht auf eine saubere Blattbergung außerhalb der Schlepperspur läuft, **Bild 6**. Dadurch entsteht also bereits ein Seitenzug, der nur z. T. und mit ständig wechselnder Wirkung durch die kleineren Blatt- und Rübenbehälter auf der anderen Maschinenseite ausgeglichen wird. Hier sind also schon einige Hilfsmaßnahmen für eine sichere Führung der Maschine erforderlich. Dazu gehören Spurkranzreifen, die hinter dem Rodeschar in der offenen Furche laufen; ferner sind die Werkzeuge nicht mehr starr in der Maschine angeordnet, sondern sind im eigenen Rahmen um einen rückwärtigen Zapfen drehbar. Die Führung über der Reihe erfolgt durch zwei Führungsrollen, die in **Bild 7** zwischen dem Köpfmesser und dem dahinterliegenden Rodeschar deutlich erkennbar sind.

Bei den deutschen Bunkerköpfrödem wird die Führung der Maschine durch den großen Bunker erschwert, dessen beträchtlicher Anteil am resultierenden Zugwiderstand weder der Größe noch der seitlichen Lage nach konstant ist, sondern mit der Bunkerfüllung und der Einsinktiefe der Maschine schwankt. Wichtig ist natürlich auch hier die Frage, wo das Schar läuft und welchen Seitenzug es verursacht. Zwar kann das Schar innerhalb der Schlepper- und Maschinenspur laufen, wenn Köpfer und Roder nicht hinter- sondern nebeneinander laufen. **Bild 8** zeigt diese Anordnung als Beispiel für eine Maschine, bei der Roder und Köpfer um zwei Reihen gegeneinander versetzt sind. Allerdings muß man dabei in Kauf nehmen, daß die linken Schlepperräder und das linke Maschinenrad zwischen den Rübenreihen fahren, also eine weniger gute Führung haben, als wenn sie in einer Furche laufen können (siehe weiter unten). Im aufgeweichten Boden besteht ferner die Gefahr, daß die Schlepperräder die geköpften Rübenreihen zur Seite drängen. Wäre das Köpfmesser nur um eine Reihe seitlich versetzt neben dem Rodeschar angeordnet, so würde sich prinzipiell wenig ändern, jedoch eine zusätzliche Verschmutzung des Blattes durch die an dem stehenden Blatt entlangfahrenden Schlepperräder in Kauf zu nehmen sein, vgl. **Bild 9**.

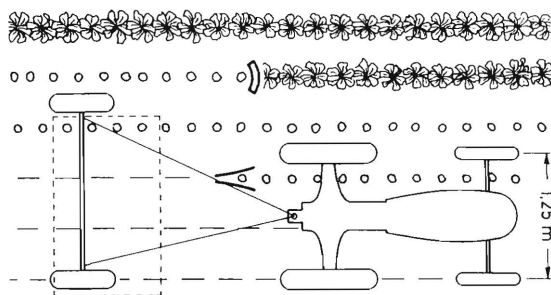
Soll der Schlepper nicht nur außerhalb der stehenden Blattreihen, sondern auch außerhalb der Rübenreihen laufen, so muß auch das Schar außerhalb der Schlepperspur arbeiten, wobei Köpfer und Roder entweder hintereinander oder nebeneinander arbeiten können, **Bild 10**. Bei diesen heute auf dem deutschen Markt stark vertretenen Bauarten ist also mit einem größeren Abstand des Kräftepaares Zug-Zugwiderstand und daher mit einem stärkeren Seitenzug zu rechnen. Hinzu kommt der beträchtliche und leider schwankende Seitenzug, der durch die wechselnde Bunkerfüllung ausgeübt wird. Diese Maschinen benötigen möglichst wirksame Steuerungshilfen für einen vollwertigen Einmannbetrieb. Welche Mittel stehen hierfür zur Verfügung?

Auszugehen ist unbedingt vom Schlepper, der ja als Vorderwagen für die einachsige Maschine dient. Er muß möglichst genau parallel zu den Reihen gesteuert werden. Das ist für den

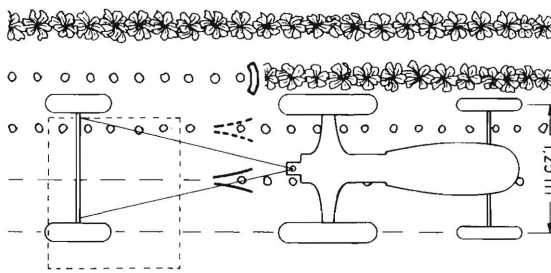


**Bild 7.** Anordnung der Köpf- und Rodeeinrichtung beim schwedischen Querschwadköpfröder. In der Mitte die Führungsrollen.

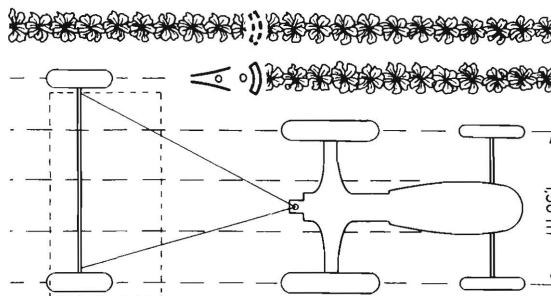
Schlepperfahrer besonders dann schwierig, wenn er sich bei Einmannarbeit oft nach der Maschine umsehen muß. Das Steuern des Schleppers muß also unbedingt erleichtert werden, indem mindestens ein, besser jedoch beide Vorderräder in vorhandenen Rodefurchen laufen. Beidseitig ist das möglich, wenn die Schlepperspur genau zur Reihenweite der Rüben paßt, wie es bei den Normspuren vorgesehen ist. In den Bildern 5, 6, 8, 9 und 10 sind die jeweils für 50 cm Reihenweite passenden Schlep-



**Bild 8.** Bunkerköpfröder mit nebeneinander angeordneten Köpf- und Rodeorganen. Schlepper fährt zwischen geköpften Rübenreihen.



**Bild 9.** Bunkerköpfröder mit nebeneinander angeordneten Köpf- und Rodeorganen. Schlepper fährt zwischen einer geköpften und einer ungeköpften Rübenreihe.



**Bild 10.** Bunkerköpfröder mit Köpf- und Rodewerkzeugen außerhalb der Schlepperspur.

<sup>1)</sup> In dieser und in allen folgenden schematischen Darstellungen ist, z. T. im Gegensatz zu den im Lichtbild dargestellten Maschinen, einheitlich Rechtsablage der Maschine und 50 cm Reihenabstand zugrunde gelegt.

perspurweiten eingezeichnet. Leider passen aber Spur- und Reihenweiten in der Praxis sehr oft nicht zusammen, so daß man sich nicht zu sehr darauf verlassen sollte. Es ist dann besser, durch einen hinten an der Maschine angeordneten Zustreicher die vorletzte Furche einzuebnen, damit die äußeren Schlepperräder immer ebenen Boden vorfinden und weniger dazu neigen, nach rechts oder links in eine nicht zur Spur passende Furche auszuweichen. Um so mehr sollte dann das linke Schleppervorderrad eine sichere Führung in der Rodefurche finden. Falls diese durch das hinter dem Schar laufende Maschinenrad bereits zu sehr eingeebnet ist, wäre daran zu denken, hinter dem Rad ein spitzes Spurschar anzubringen, wie es sich bei Kartoffellegemaschinen bewährt hat. Es müßte eine kleine, deutlich markierte Spitzfurche ziehen, durch die dem Schlepperfahrer auch dann eine ausreichende Steuerhilfe geboten wird, wenn er sich nach der Maschine umsehen muß.

Bei der Maschine muß ebenso eine Führung für die Räder in den Furchen gesucht werden. Die beste Führung ergibt sich immer, wenn ein Maschinenrad hinter dem Rodeschar in der offenen Furche läuft wie in Bild 6 und 10. Diese Führungshilfe paßt immer, unabhängig von den verwendeten Spur- und Reihenweiten. Das gegenüberliegende Maschinenrad kann ebenfalls in einer Rodespur laufen. Falls die Schlepperspurweite nicht zu der Reihenweite paßt, kann es zweckmäßiger sein, dieses äußere Maschinenrad hinter den äußeren Schlepperrädern laufen zu lassen. Eine bequeme Verstellmöglichkeit dieses äußeren Maschinenrades sollte also auf dem Felde möglich sein.

Man kann eine zusätzliche Führung der Maschine durch Führungskufen erreichen, die neben den Rüberrillen laufen, jedoch ist ihre Wirkung bei schwereren Maschinen unsicher, wenn die Werkzeuge starr an der Maschine angebaut sind (siehe weiter unten).

Eine letzte und vielleicht wirksamste Steuerhilfe ist dadurch möglich, daß man den Werkzeugen Bewegungsspielraum gegenüber der Maschine gibt. Bei Maschinen, an denen eine solche seitliche Bewegungsmöglichkeit des Schares zur Steuerung benutzt wird, ist die Handsteuerung wesentlich leichter durch Führungskufen an den Rüberrillen zu ersetzen, als wenn bei der Steuerung die ganze Maschine bewegt werden muß.

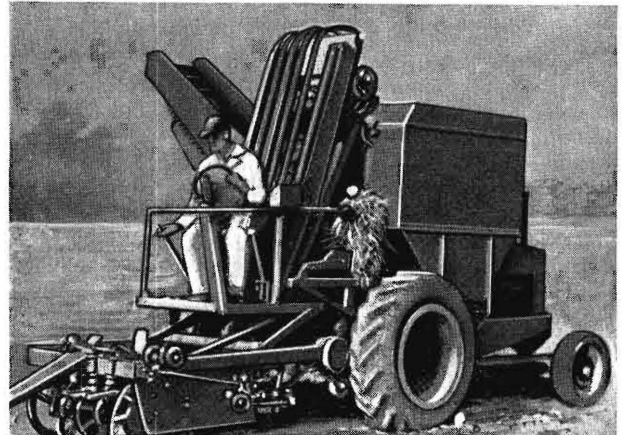
Hierher gehört auch das „schwimmende“ Schar, das frei pendelnd an Parallelogrammlenkern oder in einer Rollenführung angeordnet ist. Es ist ursprünglich zur Verminderung der Bruchverluste durch das starre Schar entwickelt worden, kann aber möglicherweise bei den Bemühungen um eine Einmannbedienung der Maschine eine weitere Funktion übernehmen. In allen Fällen sind bei seitlich beweglichen Scharen ausreichende Rückstellkräfte erforderlich, die das Schar zur Mittellage zurückführen, damit es bei größeren Lücken nicht aus der Reihe ausschert. Wahrscheinlich werden auch zur Einfädelung am Furchenanfang einfache Hilfsvorrichtungen notwendig, die vom Schleppersitz aus zu bedienen sind und für die es bereits ausländische Vorbilder gibt.

Bei planmäßiger Ausnutzung der aufgezählten Möglichkeiten besteht begründete Hoffnung, das Ziel einer einwandfreien Einmannarbeit zu erreichen. Man sollte aber mit Vorsicht und Gründlichkeit vorgehen, da die bisherigen Versuche zu einer gewissen Zurückhaltung mahnen. Die umfangreichen Untersuchungen von Evers<sup>2)</sup> in der vergangenen Rübenernte, bei denen verschiedene Maschinen mit und ohne Steuerung verglichen wurden, ergaben zwar bei einigen Versuchen keinen Unterschied, bei anderen Versuchen jedoch 5 bis 6% und in Einzelfällen sogar 10 bis 15% höhere Verluste bei der Einmannbedienung gegenüber den Maschinen mit Steuerer Mann. Was das wirtschaftlich bedeutet, zeigt **Tafel 1**, in der die Verluste bei verschiedenen Erträgen in Geldwert ausgedrückt sind. Bereits bei 1% Verlusteinsparung hat der zweite Mann auf der Maschine seinen täglichen Lohn nahezu verdient, und 5% Verlust bedeuten bereits eine Mindereinnahme, die etwa die Hälfte der gesamten Erntekosten (bei Durchführung durch einen Lohnunternehmer) ausmachen.

<sup>2)</sup> Dr. agr. P.-N. Evers ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Landtechnik der Universität Bonn.

Mit einer Propaganda für die Einmannbedienung der Maschinen sollte man also so lange vorsichtig sein, bis man wirklich sicher ist, daß sie in bezug auf die Verluste keine Gefahr unangenehmer Überraschungen mehr in sich birgt. Problematisch wird die Einmannbedienung gezogener Rübenerntemaschinen mit den oben angeführten einfachen mechanischen Steuerhilfen am Hang. Hier ist also einstweilen noch größere Zurückhaltung am Platze.

Bei den selbstfahrenden Maschinen können reine Selbstfahrer und Schlepper mit Aufbaumaschinen unterschieden werden. Selbstfahrer mit eigenem, festeingebautem Motor und Triebwerk nach dem Vorbild des Selbstfahrermähdreschers sind im Ausland mehrfach bekannt geworden. **Bild 11**. Wirtschaftlich richtiger ist es wohl, hier den Weg der Aufbaumaschinen zu verfolgen. Die in den USA allgemein verbreitete Lösung des Anbaues vor und hinter der einseitig ausgezogenen Schleppertrieb- achse, **Bild 12**, schreckt durch ihre hohen Rüstzeiten. Sie mögen drüben oft dadurch umgangen werden, daß die Maschine an einem alten Schlepper angebaut bleibt und dadurch zum echten, aber kostenmäßig tragbaren Selbstfahrer wird. Ähnliches kennen wir ja bei unseren hydraulischen Heckladern.



**Bild 11.** Amerikanische Selbstfahrer-Rübenerntemaschine.

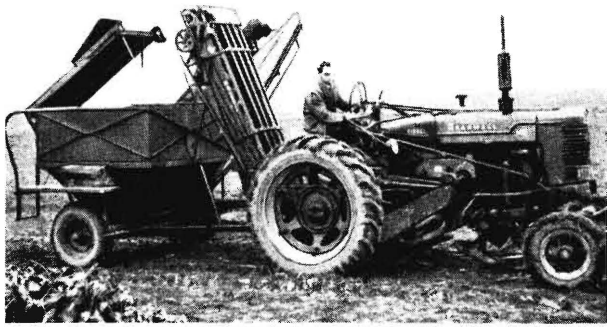
Grundsätzlich ist der Gedanke des Geräteträgers überzeugender, der nicht nur eine Maschine trägt und treibt, sondern ein universal verwendbarer Schlepper bleibt. Daß die Rüstzeiten nicht zu schrecken brauchen, hat das überraschende Beispiel des kürzlich von der DLG geprüften Fendt-Geräteträgers gezeigt. **Bild 13**. Man könnte noch die Frage aufwerfen, ob es richtig ist, eine als Pflegeschlepper entstandene Maschine mit einer Erntemaschine zu verbinden (Claas-Huckepack mit Mähdrescher, Fendt-Geräteträger mit Rübeneroder), oder ob man einen Erntegeräteträger ansteuern sollte, der verschiedene Erntemaschinen tragen und treiben kann, wie Mähdrescher, Rübeneroder, Kartoffelroder oder auch Feldhäcksler. Manches spricht für die letztere Lösung. Aber sie wird sehr viel schwerer zu finden und daher wohl erst später zu verwirklichen sein.

Bei der Verbindung Pflegeschlepper und Rübeneroder ist es schwierig, Bunkergröße und Reifentragfähigkeit miteinander in Einklang zu bringen (was beim Erntegeräteträger wegfallen würde). Man kann der Schwierigkeit durch einen Anhängerbunker ausweichen, durch den aber die Maschine in eine wesentlich höhere Preisgruppe rückt. Vielleicht wird man aber selbst auf längeren Schlägen bei selbstfahrenden Maschinen mit einem kleineren Bunker auskommen können, da die Maschinen im

**Tafel 1.** Geldwert von Ernteverlusten  
(Rübenerpreis 6,75 DM/dz)

Verluste	Bei einem Rübenertrag von	
	300 dz/ha	400 dz/ha
1%	20,30 DM/ha	27,— DM/ha
5%	101,50 DM/ha	135,— DM/ha

Dazu im Vergleich: Lohn für Steuerer Mann 30,— DM/ha  
Erntekosten (Lohnarbeit) 260,— DM/ha



**Bild 12.** Amerikanische Anbau-Rübenerntemaschine mit nachlaufendem Bunkerkarren.



**Bild 13.** Deutscher Geräteträger mit Aufbau-Bunkerkerfproder (Fendt).

Gegensatz zur angehängten Maschine sehr manövrierfähig sind. Sie können also auch mitten in der Furchenlänge ausscheren und einen dort aufgestellten weiteren Wagen beladen.

Selbstfahrende Maschinen sind prädestiniert für die Einmannbedienung. Es erscheint durchaus möglich, daß der Fahrer das Einsetzen und Ausheben, die Tiefenkontrolle, die Bunkerentleerung, die Kontrolle der Funktion aller Organe und die Steuerung ebenso beherrschen kann, wie etwa der Steuermann auf einer gezogenen Maschine. Unerläßliche Voraussetzung ist allerdings, daß der Mann nicht zu sehr durch das Steuern der Maschine beansprucht und abgelenkt wird. Eine Furche als Führungshilfe für das Schleppervorderrad ist daher hier besonders wünschenswert. Trotzdem wird die Steuerung des Fahrzeuges bei einem starr angebauten Schar nicht immer aus-

reichen, so daß hier selbstführende Schare mit einem seitlichen Bewegungsspielraum gegenüber der Maschine besonders wichtig sein können.

Eine deutliche Überlegenheit zeigen die selbstfahrenden Maschinen bezüglich der Einmannbedienung am Hang, da das Schar zwischen den Achsen läuft und die Steuerung auch bei Schiefelaufen des ganzen Fahrzeuges nach diesem Schar erfolgen kann.

Wo die in diesen Ausführungen behandelten einfachen und billigen mechanischen Lösungsmöglichkeiten für eine Einmannbedienung von Rübenerntemaschinen nicht ausreichen, also beispielsweise bei der Arbeit gezogener Maschinen am Hang oder bei Maschinen mit starr angebautem Schar, können vielleicht Servo-Steuerungen verschiedener Art weiterhelfen.

## Senkrechte Schwingbeschleunigungen von Fahrern in Kraftfahrzeugen, auf Ackerschleppern und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen

Von **Heinrich Dupuis**, Bad Kreuznach

Untersuchungen der menschlichen Beanspruchung bei der Maschinenbedienung sind sowohl mit arbeitsphysiologischen als auch mit physikalisch-technischen Meßverfahren möglich. Nicht immer lassen sich jedoch physiologische und technische Untersuchungsmethoden in gleicher Weise vorteilhaft einsetzen. Die Schwingungsforschung bietet ein Beispiel dafür, daß es bei praktischen Fahrversuchen zweckmäßiger ist, die Schwingbeanspruchung des Menschen nach physikalischen Meßwerten als durch arbeitsmedizinische Untersuchungsverfahren zu erfassen und zu beurteilen.

Zwar gibt es eine Vielzahl von physiologischen Methoden, wie solche zur Messung von Energieverbrauch, Kreislaufbelastung, Magensekretion, Magen- und Wirbelsäulenbewegung usw., die schon auf die komplexen Auswirkungen der Schwingbeanspruchung auf den Menschen hinweisen. Diese Verfahren sind aber bei praktischen Fahrversuchen teilweise gar nicht und keinesfalls nebeneinander anwendbar und haben daher mehr für grundlegende arbeitsmedizinische Laboruntersuchungen ihre Berechtigung.

Zur Ermittlung der Schwingungsbelastung bei Kraftfahrern bieten sich physikalische Meßverfahren mit statistischer Auswertung an, wie sie auch in der Technik verwendet werden. So ist das Schwingungsverhalten von Fahrzeugen für die Auto-

mobilerhersteller ein ständiges Untersuchungsobjekt, das jedoch dort vor allem hinsichtlich der dynamischen Materialbeanspruchung und der Fahreigenschaften interessiert. Neuerdings finden wir aber auch steigendes Interesse bei der Automobilindustrie dafür, im praktischen Fahrbetrieb anwendbare Meßmethoden und Maßstäbe für einen Faktor des Fahrkomforts, die Schwingbeanspruchung des Fahrers, zu bekommen [1 bis 3].

### Versuchsanordnung

Bei stochastischen Vorgängen wie den Fahrzeugschwingungen muß auf eine Reproduzierbarkeit der Meßwerte im Wiederholungsversuch und auf eine statistische Sicherung der Meßergebnisse größter Wert gelegt werden. Deshalb wurde der Indikator für die menschliche Schwingbeanspruchung, die Beschleunigung, mit elektronischen Geräten erfaßt und von einem Klassiergerät verarbeitet und gespeichert. Entsprechend dem Vorschlag der im Entwurf vorliegenden VDI-Richtlinie 2057 [4] wurde der Beschleunigungsaufnehmer an der Einwirkungsstelle auf den Menschen, für die senkrechten Schwingungen also zwischen Fahrer und Sitz, angebracht, **Bild 1.** Meßverstärker und Klassiergerät wurden in den zu untersuchenden Fahrzeugen oder im Meßwagen mitgeführt und von einem benzin-elektrischen Stromaggregat gespeist, **Bild 2 und 3.**

Es war die Aufgabe gestellt, in Vergleichsuntersuchungen unter praktischen Fahrbedingungen die Schwingungsbeanspruchung des Menschen in verschiedenen Kraftfahrzeugen und

*Dr. agr. Heinrich Dupuis ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik (Direktor: Prof. Dr. Gerhardt Preuschen) in Bad Kreuznach.*