

Zur Frage der Arbeitsorganisation im Landbau – Fließverfahren oder absätziges Verfahren

Von Hermann J. Heege, Bonn*)

DK 631.17:631.5.008

Die Arbeitsprozesse in der Außenwirtschaft des Landbaues können entweder gleichzeitig von mehreren Arbeitskräften im Fließverfahren oder nacheinander von einer Arbeitskraft im absätzigen Verfahren erledigt werden.

Fließverfahren ergeben eine höhere Flächenleistung der Maschinen als absätziges Verfahren. Andererseits sind aber bei Fließverfahren zyklische Wartezeiten im Gegensatz zu absätzigen Verfahren nicht ganz vermeidbar; unter sonst gleichen Voraussetzungen entsteht daher bei absätzigen Verfahren ein geringerer Arbeitsbedarf.

Bei Fließverfahren für die Ernte kann das Beladen der Wagen im Parallelbetrieb auf ein nebenhergeführtes Fahrzeug, im Anhängerbetrieb auf ein angehängtes Fahrzeug oder im Bunkerbetrieb erfolgen.

Die wirtschaftlichen Einsatzbereiche verschiedener Verfahrensalternativen werden behandelt.

1. Einleitung

Die Arbeitsverfahren in der Außenwirtschaft des Landbaues zeichnen sich vornehmlich durch die Folge der Prozesse

Laden – Transport – Entladen

aus.

Wenn es sich um Ernteverfahren handelt, so ist der Ladevorgang ein Sammelvorgang, bei dem die Erntemaschine das über die Fläche verteilte pflanzliche Produkt einsammelt. Der Entladevorgang ist dann oft mit dem gleichzeitigen Einlagern des Erntegutes verbunden. Bei den Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen haben wir im Prinzip zwar gleichfalls die Prozeßfolge Laden – Transport – Entladen; der Entladevorgang wird in diesem Fall aber zu einem Vorgang, bei dem über die Fläche verteilt wird.

Die aufeinanderfolgenden Prozesse Laden – Transport – Entladen können nun sowohl nebeneinander von mehreren Arbeitskräften im Fließverfahren erledigt werden als auch nacheinander von einer Arbeitskraft im absätzigen Verfahren. In diesem Beitrag werden Fließverfahren und absätziges Verfahren miteinander verglichen. Für Fließverfahren wird darüber hinaus die Frage behandelt, ob das Beladen der Fahrzeuge dabei im Parallelbetrieb, Anhängerbetrieb oder Bunkerbetrieb erfolgen sollte.

2. Arbeitserledigung in Zyklen

In allen Fällen erfolgt die Arbeitserledigung in Form von sich regelmäßig mit jeder neuen Wagenladung wiederholenden Tätigkeiten. Die Arbeitserledigung verläuft also in Zyklen, wobei die Zyklusfrequenz gleich der je Zeiteinheit abgefertigten Zahl an Wagenladungen ist.

Fließverfahren und absätziges Verfahren unterscheiden sich im wesentlichen in der Zahl der gleichzeitig im Rahmen der Arbeitskette ablaufenden Zyklen, Bild 1. Bei einem absätzigen Verfahren haben wir es zu gegebener Zeit immer nur mit einem einzigen Zyklus zu tun, der aber jedesmal über sämtliche Glieder der Arbeitskette hinwegrollt. Bei einem Fließverfahren hingegen laufen gleichzeitig zwei oder mehr Zyklen ab. Früher waren sehr häufig Fließverfahren anzutreffen, die sich jeweils aus einem Ladezyklus, einem Transportzyklus und einem Entladezyklus zusammensetzten. Heute sind derartige Fließverfahren mit drei Zyklen nur noch vereinzelt anzutreffen. Die Mechanisierung des Entladevorganges hat in vielen Fällen dazu geführt, daß Transport und Entladen nicht mehr gleichzeitig in zwei separat nebeneinander ablaufenden Zyklen durchgeführt werden, sondern stattdessen innerhalb eines Zyklus nacheinander abrollen. Die gesamte Arbeitskette der heutigen Fließverfahren läuft somit in der Regel in zwei Zyklen ab. Im Rahmen dieser Arbeit sollen daher die absätzigen Verfahren auch nur den Fließverfahren mit jeweils insgesamt zwei Zyklen gegenübergestellt werden.

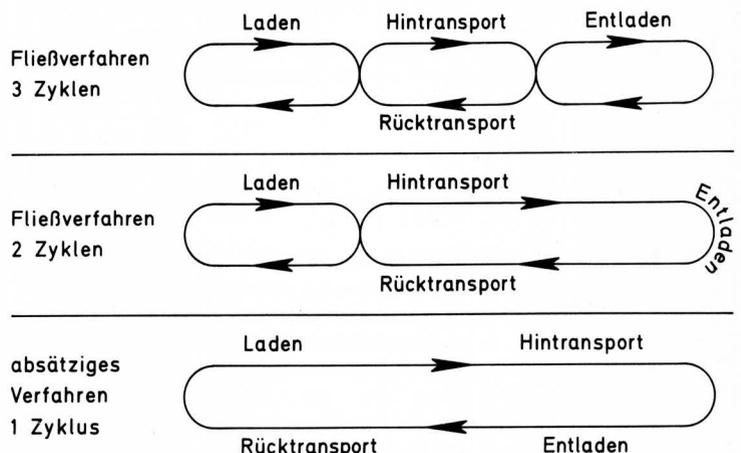


Bild 1. Arbeitszyklen bei Fließ- und absätzigen Verfahren.

*) Prof. Dr. agr. Hermann J. Heege ist Leiter der Abteilung Landwirtschaftliche Arbeitsverfahren am Institut für Landtechnik der Universität Bonn.

3. Unterschiede in der Kapitalwirtschaft und Arbeitswirtschaft

Absätziges Verfahren und Fließverfahren unterscheiden sich unter sonst gleichen Voraussetzungen sowohl in der Ausnutzung des Maschinenkapitals als auch in der Leistung je AKh. Fließverfahren ermöglichen in der Regel eine höhere Flächenleistung der Maschinen in der verfügbaren Zeit, da im Vergleich zu den absätzigen Verfahren das periodische Stillsetzen von Teilen der Gerätekette entfällt. In kapitalwirtschaftlicher Sicht sind die Fließverfahren somit den absätzigen Verfahren überlegen. In Ländern mit einem Fehlbestand an Landmaschinen – wie z.B. in den Ostblockstaaten – sind daher Fließverfahren meistens unumgänglich, um überhaupt mit dem vorhandenen Gerätebestand in der jeweils verfügbaren Zeit auszukommen.

Absätziges Verfahren sind dafür aber meistens dem Fließverfahren unter sonst gleichen Voraussetzungen in arbeitswirtschaftlicher Sicht überlegen; sie ermöglichen eine höhere Leistung der eingesetzten Arbeitskräfte. Die Ursache hierfür ist darin zu suchen, daß es bei Fließverfahren sehr oft nicht gelingt, die Ladeleistung genau der Transport- und Entladeleistung anzupassen. Es entstehen somit bei Fließverfahren in der Regel Wartezeiten an den Verknüpfungspunkten der voneinander abhängigen Zyklen. Diese Wartezeiten entfallen bei absätzigen Verfahren, da die gesamte Arbeitskette nur aus einem einzigen Zyklus besteht. Die gesamte Ausführungszeit je Zyklus oder je Wagenladung ergibt sich daher bei den absätzigen Verfahren sehr einfach durch Addition der Zeiten für das Beladen, für den Hin- und Rücktransport des Wagens und für das Entladen, Bild 2.

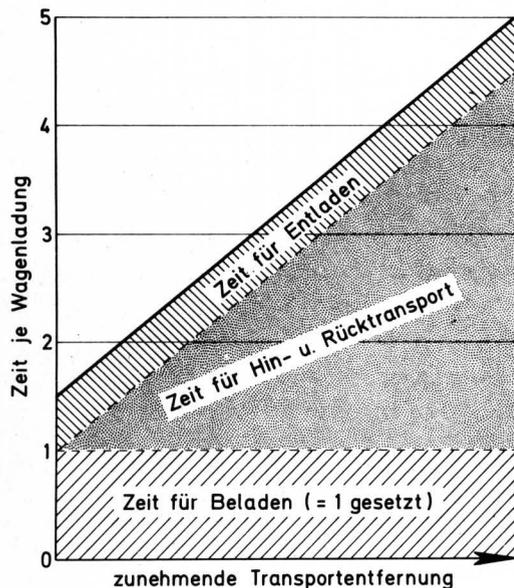


Bild 2. Ausführungszeit (Zeit je Wagenladung) beim absätzigen Verfahren in Abhängigkeit von der Transportentfernung.

4. Zyklische Wartezeiten bei Fließverfahren

Für die Fließverfahren erhebt sich die Frage, in welchem Umfang nun Wartezeiten an den Verknüpfungspunkten für die voneinander abhängigen Zyklen entstehen. Aus Bild 3 ist zu ersehen, welche Wartezeiten bei einem zweizyklischen Fließverfahren auftreten, wenn die Ausführungszeit je Wagenladung in Abhängigkeit von der Feldentfernung betrachtet wird. Es ist unterstellt, daß das Ladegerät immer voll ausgelastet ist, Wartezeiten demnach also nur innerhalb des Transport- und Entladezyklus auftreten.

Theoretisch sind zyklische Wartezeiten völlig zu vermeiden, falls die Ausführungszeit je Wagenladung für Transport plus Entladen

genau gleich einem ganzzahligen Vielfachen der Ausführungszeit für das Beladen ist. Diese theoretischen Optimalfälle kennzeichnen jeweils die sogenannten "kritischen Punkte" des Fließverfahrens. Im Beispiel von Bild 3 entspricht jeder "kritische Punkt" einer bestimmten "kritischen Feldentfernung". In organisatorischer Sicht geben die kritischen Punkte Aufschluß darüber, wieviel Einheiten – bestehend aus einer Arbeitskraft mit Schlepper und Wagen – jeweils für Transport plus Entladen eingesetzt werden sollten. Bis zum ersten kritischen Punkt genügt eine Einheit für Transport plus Entladen, zwischen dem ersten und zweiten kritischen Punkt sind zwei Einheiten nötig, zwischen dem zweiten und dritten kritischen Punkt sind drei Einheiten erforderlich usw. Es ist leicht einzusehen, daß die Wartezeiten für die Transport- und Entladeeinheiten sich noch deutlich erhöhen, sofern die Zahl der jeweils eingesetzten Einheiten größer ist, als es diesen arbeitsorganisatorischen Grundforderungen entspricht.

Es sei nun unterstellt, daß die Zahl der bei einem Fließverfahren eingesetzten Einheiten für Transport und Entladen diesen arbeitsorganisatorischen Grundforderungen entspricht, daß also keine im Prinzip überflüssige Einheit eingesetzt wird.

Zuweilen wird darüber hinaus unterstellt, daß Fließverfahren jeweils genau in einem kritischen Punkt ablaufen und zyklische Wartezeiten somit vollständig vermieden werden. Diese Unterstellung erscheint allerdings bei Berücksichtigung der in der Praxis vorliegenden Einsatzverhältnisse unrealistisch. Sie würde nach dem Beispiel in Bild 3 erfordern, daß die Zeit für den Hin- und Rücktransport jeweils exakt derjenigen an einem kritischen Punkt entspricht.

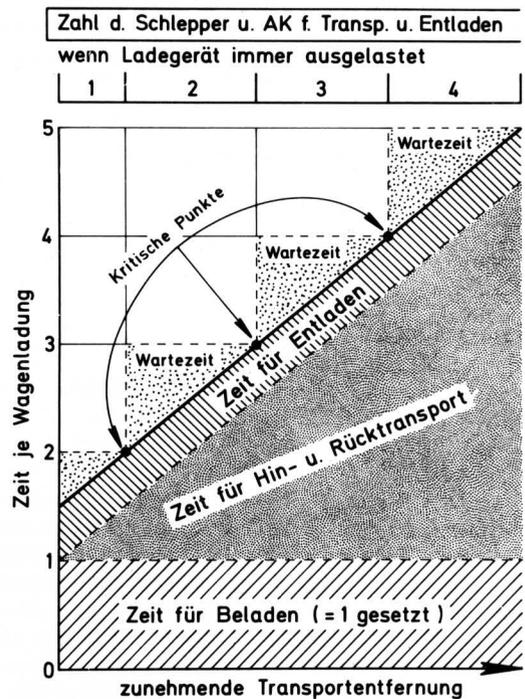


Bild 3. Ausführungszeit beim Fließverfahren (2 Zyklen) in Abhängigkeit von der Transportentfernung.

Der Landwirt kann aber die Transportentfernung nicht beliebig wählen; er muß zwangsläufig mit unterschiedlichen Feldentfernungen operieren. Er ist in der Regel auch nicht in der Lage, die Transport- und Entladekapazität kurzfristig der jeweiligen Transportentfernung anzupassen, um auf diese Weise die zyklischen Wartezeiten auszuschließen. Auch ist bekanntlich die Transportentfernung keineswegs der alleinige leistungsbestimmende Faktor eines Arbeitsverfahrens. Viele andere Faktoren, wie z.B. der Zustand von Boden und Pflanzenbestand, die Schlaglänge, die Hangneigung usw., ändern sich im Verlauf des Arbeitsprozesses und beeinflussen gleichfalls die Bedingungen, unter denen ein Arbeitsverfahren abläuft.

Unter diesen Voraussetzungen verlangt bereits die unterstellte arbeitsorganisatorische Grundforderung, nämlich die Auswahl der jeweils gerade richtigen Anzahl von Einheiten für Transport und Entladen, eine aufmerksame Einsatzplanung. Die Erledigung von Fließverfahren genau am jeweils kritischen Punkt hingegen wird man als eine Zufallsangelegenheit ansehen müssen.

Unterstellt man nun, daß jede Feldentfernung zwischen zwei aufeinanderfolgenden kritischen Punkten gleich häufig zu bedienen ist, so kann der Mittelwert für die bei den Fließverfahren auftretende zyklische Wartezeit bestimmt werden. Aus Bild 3 ist zu sehen, daß im Bereich zwischen zwei aufeinanderfolgenden kritischen Punkten die zyklische Wartezeit je Wagenladung zwischen 0 und "1" (= Zeit für Beladen) liegt. Im Mittel ergibt sich somit zwischen zwei aufeinanderfolgenden kritischen Punkten jeweils eine zyklische Wartezeit je Wagenladung, die der halben Beladezeit entspricht. Diese durchschnittliche zyklische Wartezeit gilt in allen Fällen, in denen die Auslastung des Ladegerätes den Einsatz von mindestens zwei Einheiten für Transport plus Entladen erfordert.

Unterhalb des ersten kritischen Punktes — also bei Einsatz von nur einer Einheit für Transport plus Entladen — ist die durchschnittliche zyklische Wartezeit je Wagenladung geringer, Bild 3. In diesem Bereich variiert die zyklische Wartezeit zwischen 0 und der Differenz zwischen der Beladezeit und der Entladezeit. Oberhalb des ersten kritischen Punktes ist also die durchschnittliche zyklische Wartezeit lediglich von der Beladezeit abhängig; unterhalb des ersten kritischen Punktes ist sie zusätzlich auch noch von der Entladezeit abhängig.

Für den Vergleich der Verfahren ist letztlich von Interesse, welcher Anteil der gesamten Ausführungszeit der absätzigen Verfahrensweise bei Anwendung von Fließverfahren im Mittel zusätzlich in Form zyklischer Wartezeit anfällt. Aus Tafel 1 ist zu entnehmen, daß zwischen dem ersten und zweiten kritischen Punkt 20 %, zwischen dem zweiten und dritten kritischen Punkt 14,3 % sowie zwischen dem dritten und vierten kritischen Punkt 11,1 % der gesamten mittleren Ausführungszeit für Laden, Transport und Entladen zusätzlich an zyklischer Wartezeit anfallen. Falls die Ausführungszeit für das Entladen einer Wagenladung die Hälfte dessen beträgt, was für den Ladevorgang erforderlich ist, so entsteht im Bereich bis zum ersten kritischen Punkt eine zusätzliche zyklische Wartezeit von im Mittel 14,3 %. Je geringer die Entladezeit gemessen an der Beladezeit ist, um so höher ist im Bereich bis zum ersten kritischen Punkt die anteilige mittlere zyklische Wartezeit, und umgekehrt.

Insgesamt ergibt sich somit nach den Daten der Tafel 1 für Fließverfahren unter sonst gleichen Voraussetzungen im Vergleich zu absätzigen Verfahren ein Mehrbedarf an Ausführungszeit im Bereich von 11 bis 20 %. Dieser Mehrbedarf mag hoch erscheinen. Empirische Daten über den Anteil der zyklischen Wartezeiten bei Fließverfahren sind lediglich aus der DDR bekannt. Danach ergab sich beim Mähdrusch im Fließverfahren im Mittel von 900 Erfassungen eine zyklische Wartezeit von 25 % der Umlaufzeit der Fahrzeuge [1]. Die arbeitswirtschaftlichen Bedingungen der Agrarwirtschaft der DDR sind jedoch sicherlich nur unter großem Vorbehalt mit denjenigen der Bundesrepublik Deutschland vergleichbar.

5. Festkostensteigerung contra Arbeitskosteneinsparung

Dem arbeitswirtschaftlichen Vorteil der absätzigen Verfahren steht nun der kapitalwirtschaftliche Nachteil der geringeren Ausnutzung des Maschinenkapitals gegenüber. Der periodische Stillstand des Ladegerätes beim absätzigen Verfahren mindert dessen Leistung in der insgesamt für die Arbeiterledigung verfügbaren Zeit. Das Ladegerät kann im Rahmen eines Fließverfahrens eine deutlich größere Fläche je Zeiteinheit bedienen.

Genau betrachtet können absätzliche — oder Fließverfahren auch zu einer unterschiedlichen Ausnutzung der Transport-, Entlade- und Einlagerungsgeräte führen. Die Transport- und Entladegeräte bilden bei den heute allgemein üblichen selbstentladenden Fahrzeugen eine Einheit. Sie erfahren aber — im Gegensatz zu den Ladegeräten — keinesfalls bei Anwendung von Fließverfahren eine höhere Ausnutzung. Die zyklischen Wartezeiten bei Fließverfahren führen dazu, daß die selbstentladenden Fahrzeuge sogar geringer ausgenutzt werden als bei absätzigen Verfahren. Bei den Einlagerungsgeräten für die Ernteprodukte sind die Verhältnisse mehrschichtig. Diese Geräte unterliegen einerseits bei Fließverfahren — wie die Fahrzeuge — den zyklischen Wartezeiten. Bei den absätzigen Verfahren werden die Einlagerungsgeräte andererseits — wie die Ladegeräte — periodisch stillgesetzt. In der Regel werden für die Einlagerungsgeräte wohl bei absätzigen Verfahren höhere Stillstandszeiten zu erwarten sein als bei Fließverfahren.

Insgesamt kommt bei den Ernteverfahren den verfahrensbedingten Stillstandszeiten für die selbstentladenden Fahrzeuge und für die Einlagerungsgeräte keine große Bedeutung zu. Die Ausnutzung der Fahrzeuge insgesamt ist in der Regel entscheidend davon abhängig, in welchem Umfang ein Mehrzweck Einsatz im Rahmen verschiedener Arbeitsverfahren stattfindet; in dieser Hinsicht ist die Frage Fließverfahren oder absätzliche Verfahren von untergeordneter Bedeutung. Auch für die Ausnutzung der Einlagerungsgeräte ist die Frage Fließverfahren oder absätzliche Verfahren kaum von Belang. Für diese Geräte kommt der überbetriebliche Einsatz nur in seltenen Ausnahmefällen in Betracht, zumal sie oft fest installiert sind. Ihre Aufgabe ist in der Regel lediglich die Einlagerung der Erntemasse eines bestimmten Betriebes, wobei es gleichgültig ist, ob diese im Fließverfahren oder im absätzigen Verfahren erfolgt.

Aus den vorgenannten Gründen soll deshalb für die absätzigen Verfahren lediglich der Nachteil der geringeren Ausnutzung des Ladegerätes dem arbeitswirtschaftlichen Vorteil gegenübergestellt werden. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß der kapitalwirtschaftliche Nachteil durch die geringere Ausnutzung des Ladegerätes sich nur in den Festkosten niederschlägt. In den variablen Kosten ergeben sich keine Unterschiede, denn während der Stillstandszeiten entstehen keine variablen Gerätekosten. Es sind deshalb in Bild 4 auch lediglich die Festkosten während des absätzigen Stillstands der Ladegeräte den durch das absätzliche Verfahren möglichen Arbeitskosteneinsparungen gegenübergestellt. Es ist angenommen, daß die Festkosten pro Jahr 13 % des Neuwertes des Gerätes betragen (= 10 % Abschreibung vom gesamten Neuwert plus 6 % Zinsen vom halben Neuwert pro Jahr).

Verfahrens- bereich	Zahl der Einheiten f. Transport + Entladen	Ausführ. Zeit für Beladen, Trans- port u. Entladen (ohne zykl. Wartezeit)			mittl. zyklische Wartezeit	
		Min.	Max.	Mittel	absolut	in % der mittleren Zeit für Beladen, Transport u. Entladen
bis 1. krit. Punkt	1	1,5	2,0	1,75	$\frac{t_B - t_E}{2} = 0,25$	14,3
1.—2. krit. Punkt	2	2,0	3,0	2,50	$\frac{t_B}{2} = 0,5$	20,0
2.—3. krit. Punkt	3	3,0	4,0	3,50	$\frac{t_B}{2} = 0,5$	14,3
3.—4. krit. Punkt	4	4,0	5,0	4,50	$\frac{t_B}{2} = 0,5$	11,1

Tafel 1. Zyklische Wartezeiten je Wagenladung bei Fließverfahren.

Zeitangaben als Vielfaches der Ausführ. Zeit für Beladen je Wagenladung $t_B = „1“$;
Annahme: Ausführ. Zeit für Entladen je Wagenladung $t_E = 0,5 t_B$

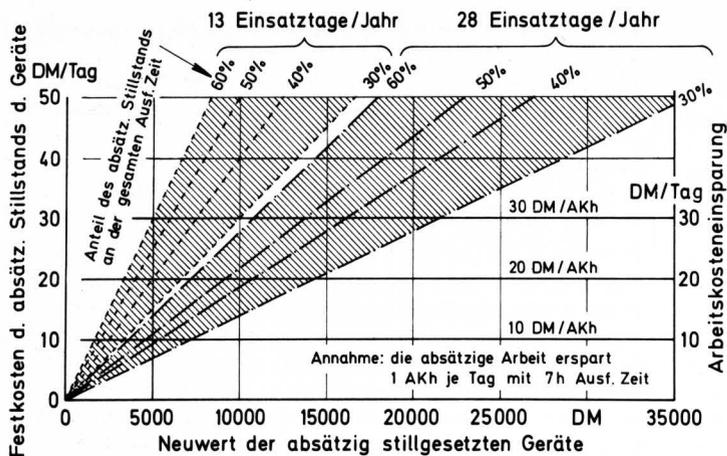


Bild 4. Festkostensteigerung und Arbeitskosteneinsparung beim absätzigen Verfahren.

Die Festkosten für die absätzige Stillstandszeit in DM/Tag sind dann weiterhin davon abhängig, welchen Anteil der absätzige Stillstand an der gesamten Ausführungszeit einnimmt und wieviel Einsatztage im Jahr erreicht werden, s. Bild 4. Je geringer der Anteil des absätzigen Stillstands an der gesamten Ausführungszeit ist, um so geringere Festkosten verursacht verständlicherweise der absätzige Stillstand. Eine hohe Schlagkraft bei der Abfuhr und Einlagerung des Erntegutes ist daher bei absätziger Verfahrensweise nicht nur wie bei Fließverfahren aus arbeitswirtschaftlichen Gründen von Vorteil. Bei der absätzigen Verfahrensweise ist im Vergleich zu Fließverfahren eine hohe Transport- und Entladeleistung noch wichtiger – entgegen einer oft vertretenen Meinung –, weil zusätzliche kapitalwirtschaftliche Vorteile damit verbunden sind. Aus diesem Grunde verlieren die absätzigen Verfahren mit zunehmender Transportentfernung unter sonst gleichen Voraussetzungen auch an Konkurrenzfähigkeit.

Darüber hinaus sind die Festkosten des absätzigen Stillstands bei gegebenem Neuwert des absätzig stillgesetzten Gerätes um so höher, je weniger Einsatztage im Jahr verfügbar sind, Bild 4. Je mehr eine Arbeit terminlich begrenzt ist, um so eher kommen daher Fließverfahren in Betracht.

Die in Bild 4 rechts dargestellte Arbeitskosteneinsparung durch eine absätzige Verfahrensweise basiert auf der Annahme, daß beim Fließverfahren 14,3 % der Ausführungszeit in Form zyklischer Wartezeit verloren geht, siehe Tafel 1, und somit die absätzige Arbeit 1 AKh je Tag mit 7 h Ausführungszeit erspart. Die den Festkosten gegenüberstellte Arbeitskosteneinsparung in DM/Tag entspricht somit zahlenmäßig dem Wert einer AKh. Es zeigt sich, daß bei Arbeitskosten von 10 DM/AKh die Festkosten des absätzigen Stillstands lediglich für einen Geräteneuwert im Bereich von 2000–7500 DM ausgeglichen werden. Bei Arbeitskosten von 30 DM/AKh werden für einen Geräteneuwert im Bereich von 5000–22000 DM die Festkosten des absätzigen Stillstands wettgemacht. Die absätzigen Verfahren können also trotz ihres arbeitswirtschaftlichen Vorteils nur dort wirtschaftlich eingesetzt werden, wo Ladegeräte mit geringem Kapitalbedarf ausreichen. In Kombination mit selbstfahrenden Erntegeräten kommen sie selbst bei Arbeitskosten von 30 DM/AKh nicht in Betracht. Die absätzige Verfahrensweise erfordert Ladegeräte mit einem Kapitalbedarf in der Größenordnung desjenigen des Frontladers, der Flüssigmistpumpen oder der Anbaufeldhäcksler. Der Trend zu immer leistungsfähigeren Ladegeräten verringert daher den Anwendungsbereich von absätzigen Verfahren.

Ein Teil des arbeitswirtschaftlichen Gewinnes bei Einsatz leistungsfähigerer Ladegeräte geht aber wieder verloren, wenn diese teureren Ladegeräte gleichzeitig den Wechsel von bisher absätziger Verfahrensweise zu einem Fließverfahren nötig machen. Der Übergang von einem absätzigen Verfahren zu einem Fließverfahren muß daher schon von einer sehr deutlichen Steigerung der Ladeleistung begleitet sein, wenn damit gleichzeitig ein arbeitswirtschaftlicher Gewinn erreicht werden soll.

6. Kombination von Arbeitsprozessen

Ein wesentliches Kennzeichen der landtechnischen Entwicklung ist die ständig zunehmende Kombination von Arbeitsprozessen, die früher voneinander getrennt erledigt wurden, innerhalb eines Gerätes. Dieser Trend fördert im Prinzip die Anwendung absätziger Verfahren.

Bei einigen Geräten ist die Kombination von Arbeitsprozessen so weit gediehen, daß sie nur noch für eine absätzige Verfahrensweise geeignet sind. Zu diesen Geräten gehören z.B. der Ladewagen für die Futterernte sowie der Pumpentankwagen und der Kompressor-tankwagen für die Flüssigmistausbringung. Die Prozesse Laden – Transport – Entladen werden innerhalb jedes einzelnen Gerätes nacheinander erledigt. Die Folge ist, daß die im Prinzip vorhandene

kapitalwirtschaftliche Unterlegenheit der absätzigen Verfahrensweise zwar nicht ganz aufgehoben, aber doch verringert wird. Es wird jetzt für alle drei Arbeitsprozesse nur ein einziges Fahrgestell benötigt. Der kapitalwirtschaftliche Nachteil durch den absätzigen Stillstand des Ladeorgans wird damit größtenteils aufgehoben. Der Anwendungsbereich absätziger Verfahren ist daher auch davon abhängig, in welcher Form die Landmaschinenindustrie die Geräte für die Erledigung der erforderlichen Prozesse bereitstellt.

7. Puffer innerhalb der Arbeitskette

Zuweilen besteht die Möglichkeit, einen Kompromiß zwischen einer Abfuhr im Fließverfahren und einer absätzigen Abfuhr zu wählen. Dieser Kompromiß kann bei der Getreide- und Hackfruchternte sinnvoll sein. Der vergleichsweise hohe Kapitalbedarf für die Erntegeräte zwingt in diesen Fällen in der Regel dazu, von einer absätzigen Verfahrensweise mit Abfuhr nach jeder Wagenbefüllung wegen der zu hohen Festkosten beim Stillstand des Erntegerätes abzusehen. Auf der anderen Seite möchte man oft aber auch die zyklischen Wartezeiten bei der Abfuhr im Fließverfahren möglichst vermeiden.

Zu diesem Zweck werden vor Beginn der Ernte mehrere Wagen am Feldrand abgestellt, die im Bunkerverfahren befüllt werden. Die Abfuhr erfolgt nicht in fester, zeitlicher Bindung zum Ernteprozess. Sofern die Abfuhrleistung je Zeiteinheit höher ist als die Ernteleistung, kann mit der Abfuhr jeweils gewartet werden, bis sich ein Vorrat an Erntegut angesammelt hat. Es wird somit zwischen dem Ernteprozess und dem Abfuhrprozess ein Puffer eingeschoben. Dieser Puffer ermöglicht es, die bei der Abfuhr ansonsten auftretenden zyklischen Wartezeiten noch anderweitig zu nutzen. Man kann dieses Verfahren als ein "abgesetztes Fließverfahren" bezeichnen. Es erfordert die Bereitstellung mehrerer Wagen; das Absetzen des Arbeitsprozesses führt somit auch in diesem Fall zu kapitalwirtschaftlichen Konsequenzen. Für dieses Verfahren der Abfuhr würde sich auch die Verwendung von Containern anbieten. Bei Verwendung von mehr als drei Behältern je Fahrgestell führt Containerbetrieb in der Regel zu einem geringeren Kapitalbedarf als der Anhängerbetrieb.

Ein Puffer innerhalb der Arbeitskette als Mittel zur Vermeidung von zyklischen Wartezeiten kann in einigen Fällen auch durch Zwischenlagern des Erntegutes auf dem Feld erreicht werden. Bei der Ernte von Heu und Stroh in Form von Großballen ist das Zwischenlagern des Erntegutes auf dem Feld sogar verfahrensbedingt. Da der nachfolgende Ladeprozess unter Benutzung des mit geringen Festkosten belasteten Frontladers erfolgt, kann die Abfuhr im absätzigen Verfahren erledigt werden. Auf ähnliche Weise können auch zyklische Wartezeiten bei der Zuckerrüben-ernte durch Zwischenlagern der Rüben in einer Feldrandmiete vermieden werden. Bei mehrreihigen Ernteverfahren für Zuckerrüben wird hiervon in zunehmendem Maße Gebrauch gemacht.

8. Laden im Parallelbetrieb oder Anhängetrieb

Bei der Futterernte mit dem Feldhäcksler im Fließverfahren kann das Beladen der Wagen sowohl im Parallelbetrieb auf ein nebenhergeführtes Fahrzeug als auch im Anhängetrieb auf ein angehängtes Fahrzeug erfolgen. Der Parallelbetrieb erfordert einen zusätzlichen Schlepper und Schlepperfahrer zum Nebenherfahren, erspart aber andererseits das An- und Abhängen der Wagen an den Feldhäcksler oder dessen Schlepper.

Der Parallelbetrieb ermöglicht eine höhere Flächenleistung des Erntegerätes, da keine Zeit für das An- und Abhängen der Wagen verloren geht. In kapitalwirtschaftlicher Sicht ist insofern der Anhängetrieb unterlegen. In arbeitswirtschaftlicher Sicht ist aber der Anhängetrieb vorzuziehen. Das Umhängen der Wagen führt zu einem geringeren Arbeitsbedarf als das Nebenherfahren, **Tafel 2**. Mit der Ladeleistung des Feldhäckslers sinkt die Zeit, die zum Befüllen eines Wagens durch Nebenherfahren im Parallelbetrieb nötig ist. Die arbeitswirtschaftliche Überlegenheit des Anhängetriebes verringert sich daher gleichfalls mit der Ladeleistung des Feldhäckslers.

Es erhebt sich hier nun die Frage, wie der kapitalwirtschaftliche Nachteil des Anhängetriebes im Vergleich zum arbeitswirtschaftlichen Vorteil dieses Verfahrens zu bewerten ist. Der kapitalwirtschaftliche Nachteil des Anhängetriebes ergibt sich im wesentlichen aus der verringerten Ausnutzung des Feldhäckslers als Folge des Stillstands beim Umhängen der Wagen. Es entstehen also — in Analogie zur Situation bei absätzigen Verfahren — durch den Stillstand des Feldhäckslers beim Umhängen der Wagen erhöhte Festkosten für das Erntegerät.

Es ist zuweilen üblich, beim Vergleich Parallelbetrieb — Anhängetrieb auch die Kosten für den nebenherfahrenden Schlepper dem Parallelbetrieb anzulasten. Dieses Vorgehen erscheint unlogisch, sofern die gleiche Ladeleistung des Feldhäckslers für beide Verfahren unterstellt wird. Die Zugkraft für das zu beladende Fahrzeug muß in jedem Fall bereitgestellt werden, beim Parallelbetrieb durch den nebenherfahrenden zweiten Schlepper, beim Anhängetrieb durch den Schlepper des Feldhäckslers. Unter sonst gleichen Voraussetzungen benötigt der Anhängetrieb daher einen leistungsstärkeren Schlepper. Da die Schlepperkosten ohne Fahrer beim überbetrieblichen Einsatz proportional der Motorleistung verrechnet werden [2], heben die Kosten für den nebenherfahrenden, zweiten Schlepper beim Parallelbetrieb sich gegen die Mehrkosten für den leistungsstärkeren Schlepper beim Anhängetrieb auf.

In **Bild 5** sind die durch den Stillstand des Feldhäckslers beim Umhängen der Wagen entstehenden Festkosten jeweils der Einsparung

Erntegerät	Flächenleistung in ha/d (7 h Ausführungszeit)			Arbeitsbedarf in AKh/ha in der Ausführungszeit		
	Parallelbetrieb 2 AK	Anhängetrieb incl. Umhäng.	Differenz zu Lasten Anhängen	Parallelbetrieb 2 AK	Anhängetrieb incl. Umhäng.	Differenz zu Gunsten Anhängen
einreihig	1,4	1,3	0,1	10,0	6,0	4,0
zweireihig	2,8	2,3	0,5	5,0	3,5	1,5
dreireihig	4,2	3,2	1,0	3,33	2,67	0,7

Tafel 2. Flächenleistung und Arbeitsbedarf bei der Silomaisernte mit Beladen der Fahrzeuge im Parallelbetrieb oder im Anhängetrieb (ohne Abfuhr).

Annahmen: Ertrag: 500 dt/ha; Ladung je Wagen: 50 dt; Ladeleistung des Häckslers je Reihe in der Ausf. Zeit (ohne Umhängezeit): 100 dt/h; Zeit für An- und Abhängen je Wagen (2 AK) ges.: 6 AKmin (= 1 AKh/ha); Stillstandszeit des Häckslers bei jedem Umhängen: 3 min (= 0,5 h/ha);

an Arbeitskosten beim Anhängetrieb gegenübergestellt. Die Ermittlung der Festkosten erfolgte auf gleiche Weise wie zuvor, siehe Besprechung von Bild 4 in Abschnitt 5. Die Festkosten des Feldhäcksler-Stillstands in DM/ha sind vom Neuwert des Gerätes und von der Zahl der jährlichen Einsatztage abhängig. Die jeweilige Einsparung an Arbeitskosten in DM/ha ergibt sich aus dem Wert einer AKh und dem arbeitswirtschaftlichen Vorteil des Anhängetriebes nach **Tafel 2**.

Die Ergebnisse zeigen, daß bei der einreihigen Silomaisernte im Widerspruch zur oft geübten Praxis der Anhängetrieb weit überlegen ist. Selbst für einen Wert von nur 10 DM/AKh übertrifft die Einsparung an Arbeitskosten die Festkosten des Feldhäcksler-Stillstands bei weitem. Auch für zweireihige schlepperbetriebene Feldhäcksler ist bei der gleichen Bewertung einer AKh der Anhängetrieb in der Regel durchaus noch gerechtfertigt. Bei den dreireihigen schlepperbetriebenen Feldhäckslern hingegen lohnt sich der Anhängetrieb nur noch, wenn eine AKh mit rund 30 DM bewertet werden kann. In diesem Fall dürfte in der Regel der Parallelbetrieb vorzuziehen sein.

Beachtenswert ist in jedem Fall der arbeitswirtschaftliche Nachteil, der mit dem Wechsel vom Anhängetrieb zum Parallelbetrieb einhergeht. Die zweireihige Ernte im Anhängetrieb steht in arbeitswirtschaftlicher Sicht der dreireihigen Ernte im Parallelbetrieb kaum nach, s. **Tafel 2**. Wenn also bei Schlepperbetrieb die zweireihige Ernte noch im Anhängetrieb erledigt werden kann, die dreireihige Ernte dagegen den Übergang zum Parallelbetrieb erfordert, so ändert sich der Arbeitsbedarf je ha im wesentlichen nicht. Der Übergang vom Anhängetrieb zum Parallelbetrieb muß schon von einer deutlicheren Steigerung der Arbeitsbreite begleitet sein, wenn er sich arbeitswirtschaftlich lohnen soll.

Für die zwei- bis dreireihigen selbstfahrenden Feldhäcksler stellt sich diese Frage nicht. Für diese Geräte kommt als Folge der sehr hohen Festkosten nur der Parallelbetrieb in Betracht, **Bild 5**. Es erhebt sich hier aber die Frage, ob die Annehmlichkeiten der Ernte mit dem Selbstfahrer die hohen Kosten und zusätzlich den arbeitswirtschaftlichen Nachteil des Parallelbetriebs wert sind.

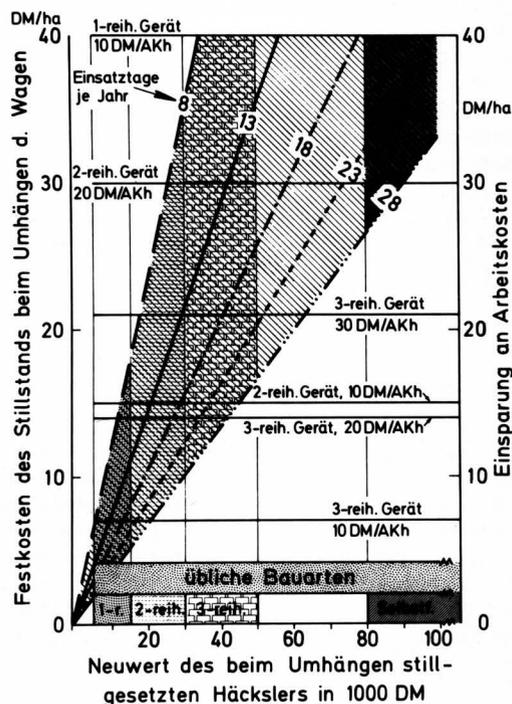


Bild 5. Festkostensteigerung und Arbeitskosteneinsparung für Anhängetrieb anstelle von Parallelbetrieb bei der Silomaisernte.

9. Laden im Parallelbetrieb oder Bunkerbetrieb

Bei der Hackfrüchtereinte im Fließverfahren kann das Beladen der Wagen entweder im Parallelbetrieb auf ein nebenhergeführtes Fahrzeug oder im Bunkerbetrieb erledigt werden. Der Parallelbetrieb erfordert die Bereitstellung eines zusätzlichen Schleppers und Schlepperfahrers. Er erspart andererseits aber die Zeit für das Abbunkern am Vorgewende und ermöglicht daher unter sonst gleichen Voraussetzungen eine höhere Flächenleistung des Erntegerätes, wie Tafel 3 für die Rübenerte zeigt. Der Bunkerbetrieb ist aber dem Parallelbetrieb in arbeitswirtschaftlicher Sicht immer sehr deutlich überlegen. Die sechsreihige Ernte im Parallelbetrieb unterscheidet sich im Arbeitsbedarf (AKh/ha) kaum von der dreireihigen Ernte im Bunkerbetrieb. Der Kapitalbedarf für den zusätzlich auf der Erntemaschine erforderlichen Bunker ist allerdings nicht unerheblich. Bei sechsreihigen Geräten für die Zuckerrübenerte erfordert der Bunker zusätzlich rund 100000 DM.

In der Bundesrepublik Deutschland wird im allgemeinen die Zuckerrübenerte nach dem Köpffrodeverfahren erledigt, zumal hierbei ein "Roden in der Gare" und als Konsequenz eine hohe Witterungsunabhängigkeit erreicht wird. Die Blatternte ist in den meisten Betrieben noch üblich. Die gleichzeitige Rüben- und Blattabfuhr im Parallelbetrieb scheidet oft an den damit verbundenen organisatorischen Anforderungen. Bei der Zwischenlagerung des Blattes im Schwad verlangt die dabei mögliche Blattverschmutzung Berücksichtigung. In der Regel wird das Querschwad wegen der geringeren Blattverschmutzung dem Längsschwad vorgezogen. Die Blattlagerung im Querschwad schließt aber wiederum das Rübenladen im Parallelbetrieb aus. Es verbleibt dann nur der Bunkerbetrieb für das Überladen der Rüben.

	Flächenleistung in ha/d (7 h Ausführungszeit)			Arbeitsbedarf in AKh/ha in der Ausführungszeit		
	Parallelbetrieb (2 AK)	Bunkerbetrieb	Differenz zu Lasten Bunkerbetr.	Parallelbetrieb (2 AK)	Bunkerbetrieb (1 AK)	Differenz zu Gunsten Bunkerbetr.
einreihig ¹⁾	1,17	1,02	0,15	12,0	6,8	5,2
zweireihig	2,29	2,01	0,28	6,1	3,5	2,6
dreireihig	3,37	2,94	0,43	4,2	2,4	1,8
sechsreihig	6,31	4,56	0,75	2,22	1,26	0,96

¹⁾ als Parallelverfahren kaum üblich

Tafel 3. Flächenleistung und Arbeitsbedarf bei der Zuckerrübenerte mit Laden der Rüben im Parallelbetrieb oder im Bunkerbetrieb (ohne Abfuhr).

Annahmen: Ertrag: 500 dt/ha; Fahrgeschwindigkeit: 5 km/h; Schlaglänge: 300 m; Reihenabstand: 50 cm; Bunkerinhalt: 15 dt Rüben je Reihe Arbeitsbreite; Zeit für 1 Wendung: 1,2 min; Zeit für 1 Bunkerleerung: 1,5 min; Verlustzeit: 10% + 2% je Reihe Arbeitsbreite.

10. Schlußfolgerungen

Die Organisation landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren beeinflusst sowohl die Ausnutzung des Maschinenkapitals als auch das arbeitswirtschaftliche Ergebnis. Der Wechsel von einem absätzigen Verfahren zu einem Fließverfahren ermöglicht eine bessere Ausnutzung des Maschinenkapitals, führt aber unter sonst gleichen Voraussetzungen zu einem höheren Arbeitsbedarf. Das gleiche gilt für den Wechsel vom Anhängerbetrieb zum Parallelbetrieb oder auch für den Wechsel vom Bunkerbetrieb zum Parallelbetrieb beim Beladen der Fahrzeuge im Rahmen von Fließverfahren.

Der hohe Kapitalbedarf der modernen Landmaschinen zwingt in zunehmendem Maße dazu, die Ausnutzung des Maschinenkapitals in der verfügbaren Einsatzzeit zu verbessern. Der Übergang zu Fließverfahren mit Überladen des Erntegutes im Parallelbetrieb entspricht im Prinzip diesem Bestreben. Dieser Übergang führt aber nur dann auch zu arbeitswirtschaftlichem Gewinn, wenn er gleichzeitig mit einem Wechsel zu Geräten mit sehr deutlich höherer Leistung als bisher erfolgt. Die unter sonst gleichen Voraussetzungen vorhandene arbeitswirtschaftliche Unterlegenheit von Fließverfahren mit Überladen des Erntegutes im Parallelbetrieb muß auf diese Weise ausgeglichen werden.

Diese organisatorischen Zusammenhänge stehen einer kontinuierlichen Leistungssteigerung bei Landmaschinen im Wege; sie zwingen zu sprunghaften Leistungssteigerungen. Es bleibt abzuwarten, ob die Agrarstruktur der Bundesrepublik die Voraussetzungen hierfür bieten kann.

Die zukünftigen Aussichten für absätzige Verfahren hängen ansonsten davon ab, in welchem Maße eine sinnvolle Kombination von Arbeitsprozessen, die bislang für sich getrennt erledigt werden, innerhalb eines Gerätes gelingt. Fortschritte in dieser Richtung können neue Anwendungsbereiche für absätzige Verfahren ermöglichen.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] *Fleischer, E.*: Statistische Verifizierung eines analytischen Ausdrucks zur Bestimmung der technologischen Verlustzeit T_{44} . Deutsche Agrartechnik Bd. 22 (1972) Nr. 5, S. 202/206.
- [2] ● *KTBL-Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft*. 8. Auflage, S. 58, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1976.
- [3] *Brinkmann, W.*: Zuckerrübenerteverfahren im Vergleich. Landtechnik Bd. 31 (1976) Nr. 6, S. 252/58.
- [4] *Guericke, W. u. E. Isensee*: Einsatzprobleme bei Großmaschinen. Landtechnik Bd. 31 (1976) Nr. 7/8, S. 336/39.
- [5] *Fleischer, E.*: Ursachen und Wesen zyklischer verfahrensbedingter Verlustzeiten transportverbundener landwirtschaftlicher Fließarbeitsverfahren sowie Möglichkeiten ihrer Senkung. Kühn Archiv Bd. 82 (1968) Nr. 4, S. 413/39.
- [6] *Heege, H.J.*: Agrarstruktur und Landtechnik. Deutsche Landwirtschaftliche Presse Bd. 94 (1971) Nr. 3, S. 5/6.
- [7] *Heckmann, G.*: Abstimmungsprobleme bei Fließarbeitsverfahren. Wiss. Hefte der Studiengesellschaft für landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft e.V., Kaiserslautern, Heft 4, 1975, S. 37 ff.
- [8] ● *Isensee, E.*: Neuere Transportsysteme. Vorträge zur Hochschultagung des Agrarwissenschaftlichen Fachbereichs der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 1974, Hamburg und Berlin: Paul Parey 1975, S. 41 ff.
- [9] ● *KTBL-Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaft*, Band 1, Wolfratshausen, 1969.
- [10] *Weber, H. u. M. Rohde*: Ergebnisse technologischer Untersuchungen beim komplexen Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. Deutsche Agrartechnik Bd. 20 (1970) Nr. 8, S. 384/88.
- [11] *Wenner, H.L.*: Chancen und Grenzen leistungsstarker Schlepper. Landtechnik von morgen, herausgegeben von der Motorenfabrik A. Schlüter, München, Werk Freising, Folge 12, S. 5 ff.