

Konkurrenzfähigkeit grosser Erntemaschinen

Leistungsfähigkeit lässt sich nicht immer in Wirtschaftlichkeit umsetzen

August Ott, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Hohe Arbeitsleistung und ein günstiger Anschaffungspreis sind gute Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Maschineneinsatz. Bei Erntemaschinen kann die jährliche Auslastung nicht beliebig erhöht werden, um die festen Kosten zu reduzieren, da die Kampagnedauer auf eine bestimmte Anzahl Tage und Stunden begrenzt ist. Die Grenzen sind mit entscheidend für die Wirtschaftlichkeit leistungsfähiger Grossmaschinen.

Für die Ernte von Zuckerrüben, Kartoffeln und Silomais wurde der Zusammenhang zwischen Kampagnedauer und wirtschaftlich konkurrenzfähigem Einsatz näher untersucht. Bei der Ernte von Zuckerrüben erweist sich dabei der «kleine» sechsheubige Vollernter mit einem Bunker-

volumen von 16 m³ als wirtschaftlich interessantes Verfahren. Nach heutigem Wissensstand ist dieses Verfahren auch im Hinblick auf die Bodenbelastung tolerierbar.

Bei der Kartoffelernte sind in erster Linie jene Verfahren konkurrenzfähig, die den Arbeitsaufwand spürbar senken können. Auf günstigen Kartoffelböden mit wenig Steinen und Schollen ist dies beim gezogenen zweireihigen Vollernter der Fall. Auf dieser Maschine mit Seitendammaufnahme ist sowohl beim Traktor als auch beim Vollernter eine bodenschonende Bereifung möglich.

Ein- und zweireihige Anbauhäcksler sind für die Ernte von Silomais sehr konkurrenzfähig, wenn der Antriebsmotor die nötige Leistung aufweist. Grosse selbstfahrende Häcksler für

Silomais oder schwere Rübenvollernter mit Bunkern von 30–40 m³ haben in der Schweiz unter dem heutigen Kostenniveau eine recht bescheidene Konkurrenzkraft.

Problemstellung

Leistungsfähige Grossmaschinen werden vielfach als bodenschonend bezeichnet, weil sie wegen ihrer hohen Leistung weniger Einsatztage pro Jahr benötigen und deshalb nur bei optimalen Bedingungen eingesetzt werden müssen. Die Praxis vermittelt jedoch oft ein anderes Bild. Die leistungsfähige Technik verursacht meistens auch hohe Investitionen und verlangt deshalb hohe Auslastungen, um wirtschaftlich zu sein. Die Gefahr, auch bei ungünstigen Bodenbedingungen zu arbeiten, ist deshalb aus wirtschaftlichen Motiven vorhanden.

Diese Fragen sollen am Beispiel von drei kritischen Erntearbeiten genauer untersucht und anhand von Kalkulationen mengenmässig bewertet werden.



Abb. 1: Selbstfahrende Rübenvollernter haben die Diskussion um Maschinenlasten und Bodenverdichtung erneut in Gang gebracht.

Inhalt	Seite
Problemstellung	1
Gewählte Ernteverfahren	3
Wirtschaftliche Ergebnisse	3
Bodenbeanspruchung	8
Schlussbemerkungen	8
Literatur	8

Technische Daten und Kalkulationsgrundlagen

Zuckerrübenerte

Arbeitsumfang: Ernte aus der Gare bis und mit Mietenlagerung am Feldrand
inkl. Rüstzeiten auf Feld und Wegzeiten, ohne Blattbergung

Ertrag: 65 t/ha, Reihenweite: 50 cm

	2-reihig Traktor- betrieb	6-reihig, zweiphasig Traktorbetrieb		6-reihig Vollernter			
		Köpfen, Roden	Laden	klein	mittel	gross	
Leistungsbedarf Traktor, kW	85	85	110	--	--	--	
Motorleistung, kW	--	--	--	205	265	330	
Bunkerinhalt, t	5	--	10	10,5	16	26	
Bunkerinhalt, m ³	8	--	15	16	24	40	
Arbeitsbreite, m	1	3	3	3	3	3	
Bunkerleerung spätestens nachm 1)	800	--	500	530	800	1330	
Bunkerfüllungen pro ha (theoretisch)	13	--	7	6	4	3	
Reine Rodezeit, h/ha	2,33	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	
Kostenelemente							
Neuwert Fr		103 000	79 000	153 000	370 000	500 000	666 000
Fixe Kosten Fr/Jahr		12 407	10 698	20 844	49 534	66 521	88 115
Variable Kosten Fr /ha		229	92	95	154	155	179
Traktorkosten Fr /h		48	48	59	0	0	0

1) Wird in der Kalkulation nie vollständig ausgenützt

Kartoffelernte

Arbeitsumfang: Ernte aus der Gare, Verlesen, Verladen in Paloxen am Feldrand
inkl. Rüstzeiten auf Feld und Wegzeiten
günstige Bodenverhältnisse für Kartoffelernte

Ertrag: 40 t/ha, Reihenweite: 75 cm

	1-reihig, gezogen		2-reihig gez.
	Bunkerinhalt, t	1,6	3,0
Leistungsbedarf Traktor, kW	40	50	85
Arbeitsbreite, m	0,75	0,75	1,50
Bunkerfüllungen pro ha (theoretisch) 1)	25	13	7
Reine Rodezeit, h/ha	10,3	6,7	3,3
Kostenelemente			
Neuwert Fr	61 000	84'000 2)	178 000
Fixe Kosten Fr/Jahr	7 505	10 164	20 892
Variable Kosten Fr /ha	267	292	268
Traktorkosten Fr /h	28	31	59

1) Wird in der Kalkulation nie vollständig ausgenützt

2) Mit Vorsortierung und Zusatzbunker

Silomaisernte

Arbeitsumfang: Häckselarbeit inkl. Rüstzeiten auf Feld und Wegzeiten
ohne Materialtransport auf Hof

Ertrag: 15 dt TS/ha

	Anbauhäcksler		Selbstfahrer 6-reihig
	1-reihig	2-reihig	
Leistungsbedarf Traktor, kW	50	85	--
Motorleistung kW	--	--	280
Arbeitsbreite, m	0,75	1,50	4,50
Wageninhalt, Frischgewicht in t	3	4	5
Kostenelemente			
Neuwert Fr	10 500	35 000	342'000 3)
Fixe Kosten Fr/Jahr	1 632	4 973	26 520
Variable Kosten Fr /ha	116,5	85,75	212,15
Traktorkosten 4) Fr /h	43	61	0

3) Anteil der Grundmaschine für Silomais: 60 %

4) Gemäss Maschinenkosten FAT, jedoch mit Motorauslastung von 60 %

Gewählte Ernteverfahren

Die Ernte von Zuckerrüben, Kartoffeln und Silomais findet im Herbst oder Spätsommer statt und damit nicht immer bei optimalen Bodenbedingungen. Dabei gelangen zunehmend schwere Maschinen zum Einsatz. Für diese drei Kulturen wurden Mechanisierungsverfahren genauer untersucht, die heute in der Schweiz üblich sind oder zumindest zur Diskussion stehen. Die Spanne von leichter zu schwerer Mechanisierung ist bewusst weit gewählt, damit die Unterschiede und Tendenzen besser erkennbar werden.

Die Berechnungen konzentrieren sich auf die eigentliche Erntearbeit ohne Abtransport des Erntegutes. Für die Wegzeiten der Erntemaschinen sind jeweils 5 km Fahrweg je Arbeitsgang berücksichtigt. Das ergibt beim überbetrieblichen Maschineneinsatz 5 km Fahrweg von Feld zu Feld, kann aber bei Eigenmechanisierung auch 2,5 km Feldentfernung vom Hof bedeuten.

Eine wichtige Rolle spielt für leistungsfähige Technik auch die Parzellengrösse. Sie ist für vier Stufen von 0,5 bis 5 ha ausgewählt.

Wirtschaftliche Ergebnisse

Zuckerrüben: Der kleine sechsreihige Vollernter steht im Vordergrund

Die Ernte von Zuckerrüben beruht auf der Annahme, dass eine Feldmiete erstellt

Tab. 1: Übersicht über die Verfahren mit den wichtigsten Daten

	Leistungsbedarf kW	Inhalt Bunker (Wagen) t	Anzahl Bunkerfüllungen pro ha (theoretisch)	Neuwert der Maschinen Fr.
Ernte Zuckerrüben				
Vollernter 2-reihig gezogen	85	5	13	103 000.–
Zweiphasige Ernte, 6-reihig				
• Köpfen und Roden	85	–	–	79 000.–
• Laden	110	10	7	153 000.–
Vollernter 6-reihig klein	205	10,5	6	370 000.–
mittel	265	16	4	500 000.–
gross	330	26	3	666 000.–
Ernte Kartoffeln				
1-reihig, gezogen				
• mittlerer Bunker	40	1,6	25	61 000.–
• grosser Bunker	50	3	13	84 000.–
2-reihig, gezogen	85	6	7	178 000.–
Ernte Silomais				
Anbauhäcksler				
• 1-reihig	50	3	–	10 500.–
• 2-reihig	85	4	–	35 000.–
Selbstfahrhäcksler 6-reihig	280	5	–	342 000.–*)

*) Anteil der Grundmaschine für Silomais: 60 % von 287 000.–.

Eine Übersicht über die gewählten Verfahren enthält Tabelle 1.

Die Bewertung der Ergebnisse stützt auf eine durchschnittliche Kampagnedauer von 200 h bei der Ernte von Zuckerrüben, 120 h bei Kartoffeln und 100 h bei Silo-

mais ab. Diese Werte dürften für weite Teile des Schweizer Mittellandes zutreffen. Je nach Region, Folgekulturen oder angebauten Sorten können sie sich ändern.

wird und keine Blattbergung stattfindet. Die Kapazität des Bunkers wird zu maximal 60–80% ausgenützt.

Die Rechnung basiert auf dem für das Jahr 2000 gültigen Lohnunternehmertarif von 820 Franken/ha. Der sechsreihige Vollernter mit kleinem Bunker (16 m³) erweist sich in verschiedenen Situationen

als wirtschaftlich interessante Lösung. Vollernter mit grossem Bunker (40 m³) lassen sich im Vergleich zu Selbstfahrern mit kleinem Bunker in unseren Verhältnissen nicht wirtschaftlich einsetzen, auch nicht bei stark steigenden Lohnkosten. Der zweireihige Vollernter ist nur bei hohem Rodetarif oder bei tiefem Stundenlohn konkurrenzfähig.

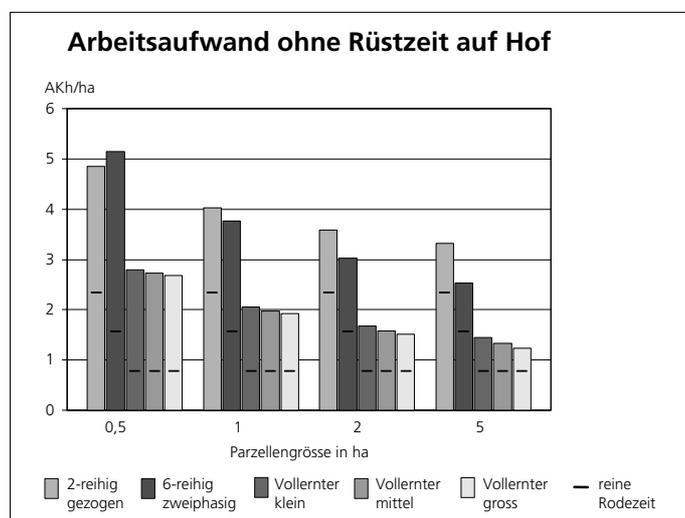


Abb. 2: Arbeitsaufwand bei der Ernte von Zuckerrüben bei Lagerung an Feldmieten.

Bei allen Verfahren nimmt der Arbeitsaufwand mit zunehmender Parzellengrösse deutlich ab, weil dadurch der Anteil an Anfahrts- und Wendezeiten stark reduziert wird. Dies trifft insbesondere für das zweiphasige Verfahren zu.

Allfällige Unterschiede in der Arbeitsqualität der einzelnen Verfahren sind in dieser Rechnung nicht mit berücksichtigt. Es ist jedoch anzunehmen, dass grosse Erntemaschinen durch den längeren Reinigungsweg eine etwas bessere Rübenreinigung bringen können. Da sich die Rodeorgane in ihrer Leistungsfähigkeit

wenig unterscheiden, ist bei allen drei selbstfahrenden Vollerntern die gleiche Arbeitsgeschwindigkeit unterstellt.

temaschinen durch den längeren Reinigungsweg eine etwas bessere Rübenreinigung bringen können. Da sich die Rodeorgane in ihrer Leistungsfähigkeit

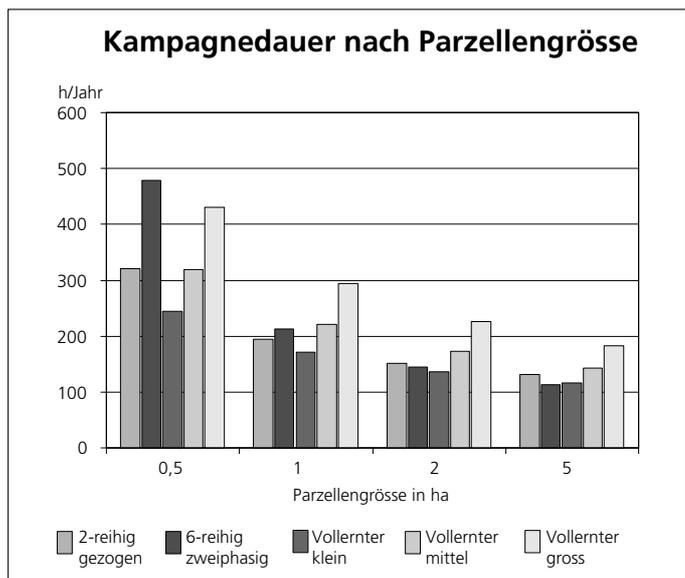


Abb. 3: Notwendige Kampagnedauer in Stunden pro Jahr, um bei einem Rodetarif von 820 Franken/ha die Kosten der Zuckerrübenenernte zu decken (Fr. 35.- je Arbeitsstunde).

Der sechsreihige Vollernter mit dem «kleinen» Bunker benötigt bei fast allen Parzellengrössen die geringste Einsatzdauer und ist deshalb konkurrenzfähiger als das zweireihige Verfahren. Schwere Vollernter mit grossem Bunker sind auch bei grossen Parzellen von 5 ha wenig konkurrenzfähig. Das zweiphasige Verfahren kann seine hohe Leistung im Feld nur bei grösseren Parzellen in eine wirtschaftliche Arbeit umsetzen.

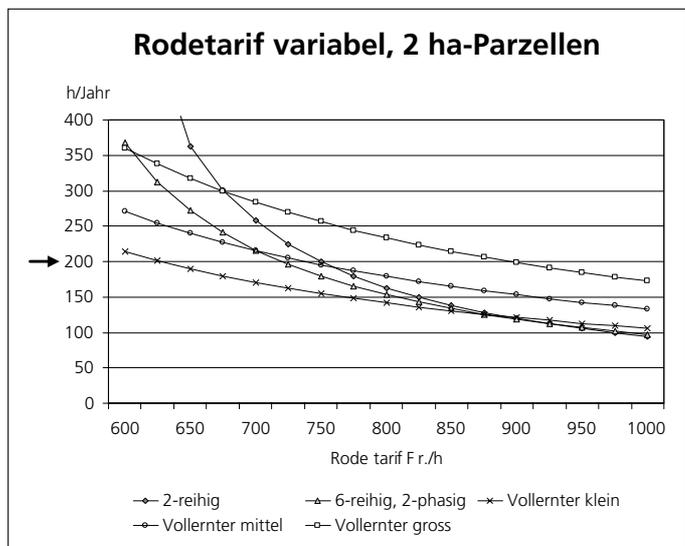


Abb. 4: Notwendige Kampagnedauer bei der Zuckerrübenenernte mit unterschiedlichen Rodetarifen (Fr. 35.- je Arbeitsstunde).

Bei sinkenden Rodetarifen würden die sechsreihigen Vollernter zunehmend konkurrenzfähiger werden. Am besten würde auch hier der Vollernter mit kleinem Bunker (16 m³) abschneiden. Das zweireihige sowie das zweiphasige Verfahren verlieren bei Tarifen unter 750 Franken/ha rasch an Konkurrenzkraft. Bei einer angenommenen durchschnittlichen Kampagnedauer von 200 Stunden pro Jahr würden sich in diesem Beispiel Rodetarife von 625 bis 900 Franken/ha ergeben.

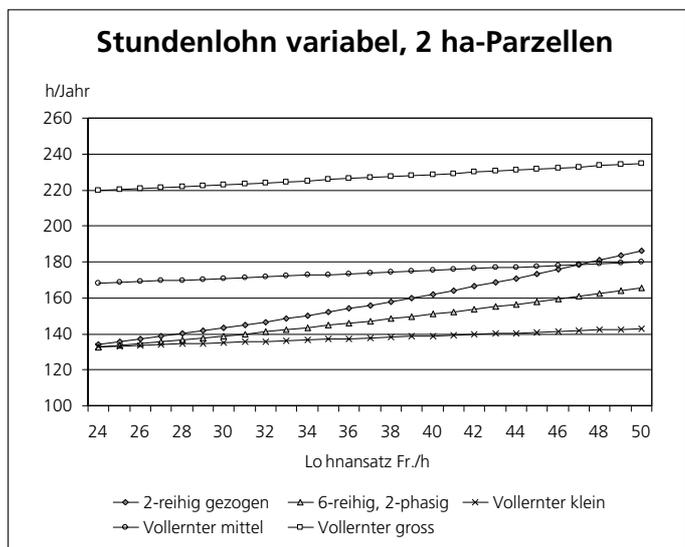


Abb. 5: Kampagnedauer bei variablem Stundenlohn bei der Ernte von Zuckerrüben.

Die beiden arbeitsintensiven Verfahren «zweireihig» und «zweiphasig» werden bei steigendem Stundenlohn erwartungsgemäss uninteressant. Aber auch ein Vollernter mit grossem Bunker wird wegen des hohen Anschaffungspreises nicht konkurrenzfähiger.

Kartoffeln: Verfahren mit hohem Arbeitsaufwand beeinträchtigen die Wirtschaftlichkeit

Kartoffeln werden in der Schweiz oft auf Standorten angebaut, welche die Ernte durch einen erhöhten Anteil an Steinen

oder Schollen erschweren. Im Vergleich zu anderen Kulturen ist die Kartoffelernte als sehr arbeitsintensiv zu bezeichnen. Diese Besonderheiten beeinflussen die Wirtschaftlichkeit einzelner Verfahren stark.

Die Kalkulation bezieht sich auf einreihige Erntemaschinen mit 1,6 und 3 t Bunkerkapazität sowie auf eine zweireihige mit einem Bunker von 6 t. Mit dem höheren Bunkervolumen sind auch breitere Trenn- und Förderelemente verbunden, was die Arbeitsleistung erhöht. Die Arbeit umfasst die Ernte ab Damm mit Verlesen auf der Maschine und Verladen in Paloxen. Damit die Vorzüge des zweireihigen Verfahrens zum Tragen kommen, werden für die Ernte günstige Bodenverhältnisse angenommen, also nahezu beimengungsfreie Erntedämme.

Die Ermittlung der Kampagnedauer bei gleichen Kosten beruht auf einem Ansatz von Fr. 2600.– pro ha.

Der zweireihige Vollernter mit grossem Bunker und leistungsfähigen Arbeitselementen erweist sich trotz des hohen Anschaffungspreises als wirtschaftlich interessantes Verfahren, wenn die Bodenvoraussetzungen stimmen. Bei steigenden Löhnen oder bei sinkendem Hektar-Ansatz würde er seine Konkurrenzkraft noch erhöhen. Diese Vorteile der zweireihigen Ernte beschränken sich jedoch auf Böden mit wenig Beimengungen im Kartoffeldamm.



Abb. 6: Der zweireihige Kartoffelvollernter ist sehr leistungsfähig. Er lässt sich jedoch nur bei Erntedämmen mit wenig Steinen und Schollen wirtschaftlich einsetzen.

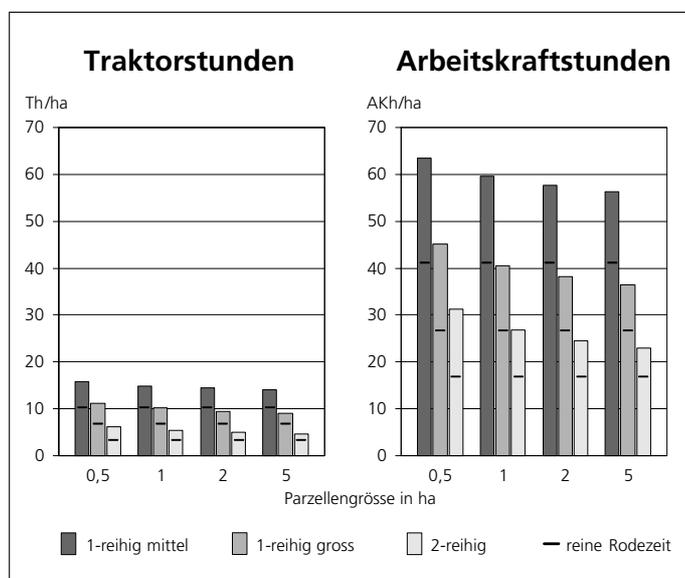


Abb. 7: Arbeitsaufwand bei der Ernte von Kartoffeln (mit Verlesen und Verladen in Paloxen).

Mit dem erhöhten Bunkervolumen ist auch eine leistungsfähigere Sieb- und Trenneinrichtung verbunden. Grössere Maschinen reduzieren den Arbeitsaufwand deshalb sehr ausgeprägt. Der Einfluss der Parzellengröße auf den Gesamtaufwand ist bei den leistungsfähigen Maschinen eher stärker als bei kleinen oder mittleren.

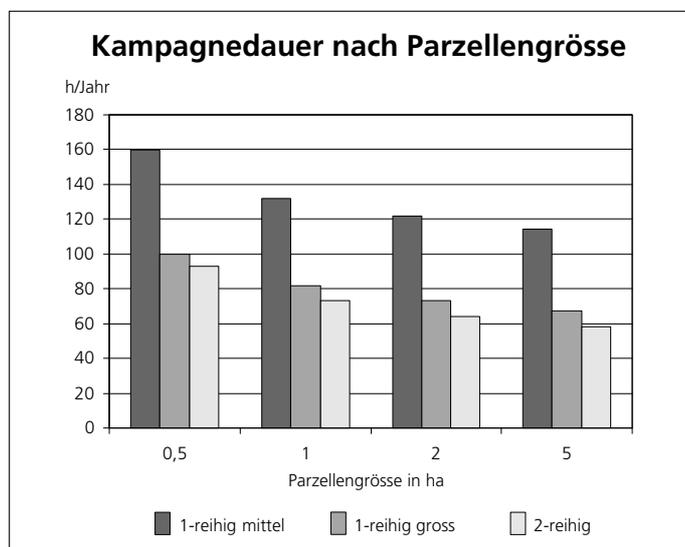


Abb. 8: Notwendige Kampagnedauer in Stunden pro Jahr, um bei einem Hektar-Ansatz von Fr. 2600.– die Kosten der Kartoffelernte zu decken (Fr. 18.– je Arbeitsstunde).

Der einreihige Vollernter mit mittlerem Bunker ist wegen des hohen Arbeitsaufwandes teuer und wenig konkurrenzfähig. Die anderen beiden leistungsfähigeren Verfahren benötigen trotz der höheren Anschaffungspreise deutlich weniger Einsatzstunden pro Jahr, um zum festgelegten Ansatz arbeiten zu können.

Variabler ha-Ansatz für das Roden, 2 ha-Parzellen

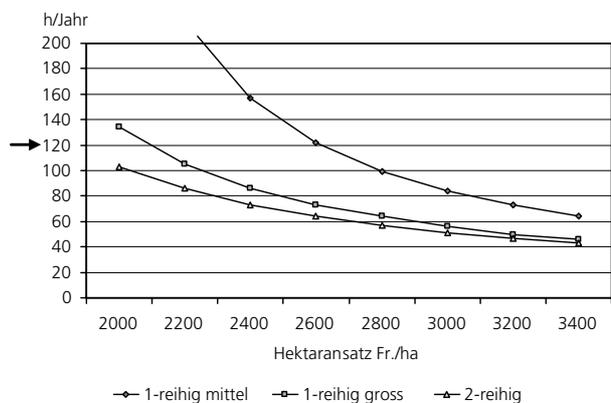


Abb. 9: Notwendige Kampagnedauer bei der Kartoffelernte mit unterschiedlichem Hektar-Ansatz (Fr. 18.– je Arbeitsstunde).

Mit sinkendem ha-Ansatz wird das leichte Verfahren wirtschaftlich rasch unattraktiv. Die schwere, zweireihige Erntemaschine würde konkurrenzfähiger. Bei einer angenommenen durchschnittlichen Kampagnedauer von 120 h/Jahr würden die einzelnen Verfahren bei 1800, 2100 und 2600 Franken/ha kostendeckend arbeiten.

Stundenlohn variabel, 2 ha-Parzellen

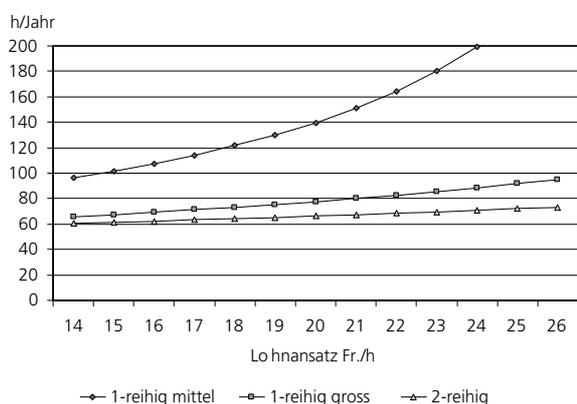


Abb. 10: Kampagnedauer bei variablem Stundenlohn bei der Kartoffelernte.

Das arbeitsintensive Verfahren «einreihig mittel» verliert mit steigendem Lohnansatz rasch an Konkurrenzkraft. Das leistungsfähige zweireihige Verfahren würde in diesem Fall seinen Vorsprung ausbauen.

Silomais: einreihige Anbauhäcksler sind weiterhin interessant

In der Schweiz gelangen vorwiegend ein- und zweireihige Anbaumaishäcksler zum Einsatz. Zur besseren Auslastung werden auch selbstfahrende Feldhäcksler mit Maisgebiss im Silomais eingesetzt. Diese Selbstfahrer können aber in vielen Fällen

nicht kostendeckend arbeiten, wie das schon in anderen Untersuchungen im In- und Ausland festgestellt worden ist, da die Anbaumaishäcksler im Vergleich wesentlich günstiger in der Anschaffung sind, oft mit vorhandenen Traktoren betrieben werden können und eine beachtliche Leistung aufweisen.

Die Kalkulation geht bei allen drei Verfahren von einem technischen Durchsatz von rund 0,3 t Frischgut je kW und je Stunde aus. Der selbstfahrende Häcksler wird zu 60% für Silomais und zu 40% für Grassilage eingesetzt. Wie die Resultate zeigen, müsste die Auslastung bei Grassilage wesentlich höher liegen, damit der Selbstfahrer bei der Silomaisernte konkurrenzfähig wird. Mit den oben genannten Annahmen zeigen die ein- und zweireihigen Anbauhäcksler in einem weiten Bereich eine deutlich bessere Konkurrenzfähigkeit.



Abb. 11: Die Flächenleistung eines Anbaumaishäckslers hängt in erster Linie von der Motorleistung des Traktors ab. Bei genügend starken Traktoren können Anbaumaishäcksler sehr konkurrenzfähig sein.

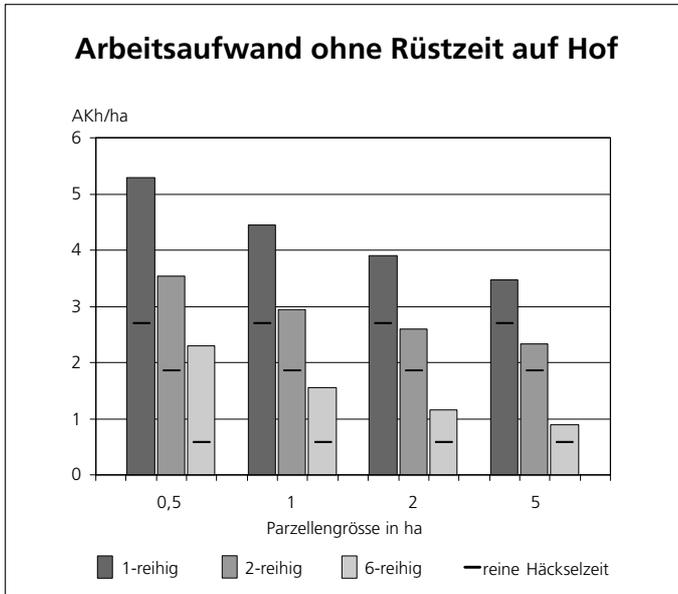


Abb. 12: Arbeitsaufwand beim Häckseln von Silomais.

Mit zunehmender Parzellengröße kann der Arbeitsaufwand beachtlich reduziert werden. Auch die Reihenzahl des Häckslers spielt eine grosse Rolle, da der Durchsatz hauptsächlich von der Motorleistung abhängt. Aus diesem Grund beeindruckt der sechsreihige Selbstfahrer durch seine hohe Arbeitsleistung, die aber in der Praxis kaum vollständig ausgenutzt werden kann, weil die hohen Erntemengen bei Transport und Abladen oft zu Engpässen führen.

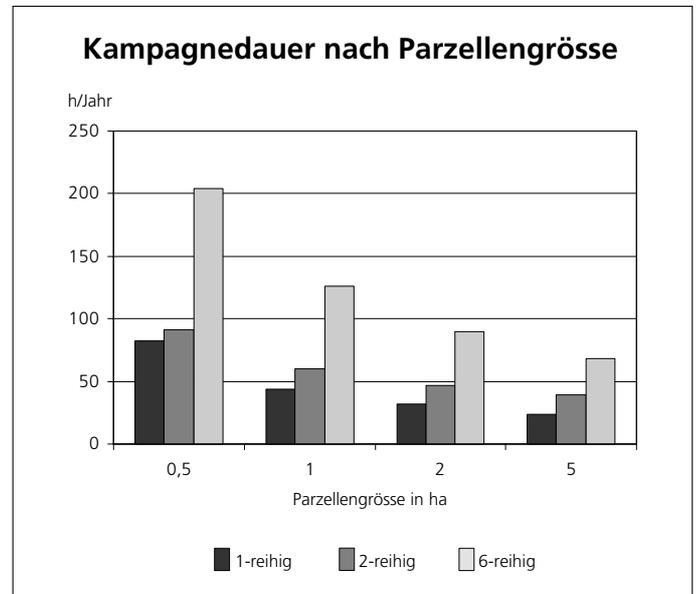


Abb. 13: Notwendige Kampagnedauer in Stunden pro Jahr, um bei einem Häckseltarif von Fr. 580.-/ha die Kosten der Häckselarbeit zu decken (Fr. 35.- je Arbeitsstunde).

Anbaumaishäcksler arbeiten nicht nur bei kleinen Parzellen, sondern auch bei Parzellen von 5 ha recht günstig. Der Selbstfahrhäcksler benötigt deutlich mehr Einsatzstunden, geschweige denn Fläche pro Jahr für eine kostendeckende Arbeit.

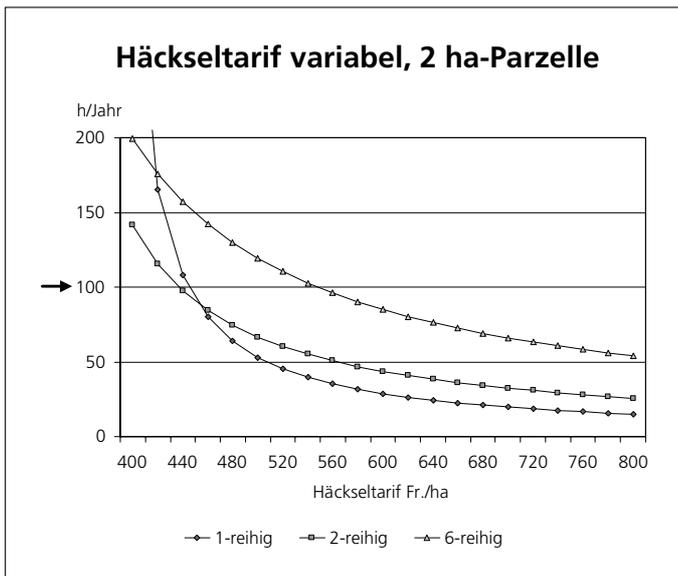


Abb. 14: Notwendige Kampagnedauer bei der Silomais-ernte mit unterschiedlichen Häckselтарifen (Fr. 35.- je Arbeitsstunde).

Anbaumaishäcksler wären auch bei tieferen Häckselтарifen über einen weiten Bereich konkurrenzfähiger als grosse Selbstfahrer. Erst bei Tarifen unter Fr. 500.-/ha würde sich die Situation ändern.

Bei einer angenommenen durchschnittlichen Kampagnedauer von 100 h/Jahr würden in diesem Beispiel Anbaumaishäcksler bei rund Fr. 440.-/ha kostendeckend arbeiten. Für den grossen Selbstfahrer müsste man dazu Fr. 540.-/ha verlangen.

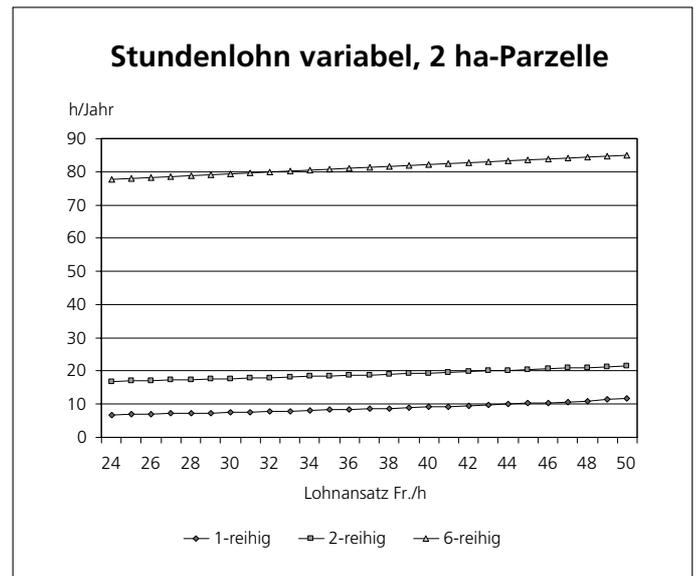


Abb. 15: Kampagnedauer bei variablem Stundenlohn beim Häckseln von Silomais.

Der Lohnansatz hat über einen weiten Bereich keinen nennenswerten Einfluss auf die Konkurrenzfähigkeit der Verfahren.

Bodenbeanspruchung

Begrenzte Gefahr durch Kostendruck

Bei der **Ernte von Zuckerrüben** erweist sich der sechsreihige Vollernter mit «kleinem» Bunker als wirtschaftlich interessantes Verfahren. Dank Optimierung der Fahrwerke und Einsatz neuester Reifentechnik kann er auch aus der Sicht der Bodenbelastung akzeptiert werden. Mit einem einzigen Durchgang werden die Rüben auf einer Breite von 3 m geerntet. Der leichte, zweireihige Vollernter benötigt dazu drei Durchfahrten, wobei einzelne Fahrstreifen bis zu fünfmal überfahren werden. In der Praxis wird häufig auch der teurere, schwere Sechser mit mittlerem Bunkervolumen verwendet, der in der Regel nicht wesentlich höhere Radlasten als der kleine Sechser aufweist. Ein wirtschaftlicher Druck zum Einsatz grosser, schwerer Vollernter mit Bunkervolumen um 25 t ist für die nächsten Jahren nicht erkennbar.

Die Kartoffelernte ist auf Böden mit einem grossen Anteil Beimengungen (Steine, Schollen) auf einreihige Erntemaschinen angewiesen. Grosse Maschinen mit leistungsfähigen Trennaggregaten stossen hier rasch an technische Grenzen, da der Wirkungsgrad der Trennaggregate begrenzt und Handarbeit beim Auslesen nötig ist. Deshalb ist der Vergleich auf günstige «Kartoffelböden» ausgerichtet. Hier hat sich das schwere, zweireihige Verfahren als wirtschaftlich interessant erwiesen. Bei steigenden Löhnen oder sinkenden Hektaransätzen würde es noch an Konkurrenzkraft gewinnen. Die Frage nach den Maschinengewichten bei der Kartoffelernte ist deshalb offen. In den letzten Jahren fand eine Verlagerung von Maschinen mit Mitteldammaufnahme zur Seitendammaufnahme statt. Die seitliche Dammaufnahme benötigt eine stabilere Konstruktion, die das Maschinengewicht erhöht. Weil aber die Räder nicht mehr zwischen den Kartoffeldämmen fahren müssen, sind wesentlich breitere Reifen an Erntemaschinen und Traktor möglich. Der Nachteil des höheren Maschinengewichts kann dadurch mehr als ausgeglichen werden. Ein erster Trend zu grossen selbstfahrenden Kartoffelerntemaschinen ist zur Zeit spürbar. Der Einfluss der Knollentemperatur auf die Beschädigungsgefahr bei der Ernte schränkt aber die verfügbaren

Feldarbeitsstunden derart stark ein, dass sich teure Selbstfahrer nicht genügend auslasten lassen, um wirtschaftlich zu sein.

Bei der **Ernte von Silomais** ist der kleine, einreihige Anbauhäcksler sehr konkurrenzfähig. Die schweren Selbstfahrhäcksler sind wirtschaftlich weit unterlegen, wenn sie nicht zusätzlich bei Grassilage oder anderen Erntegütern ihre Auslastung stark verbessern können. Eine Gefahr durch schwere Erntemaschinen ist bei der Silomaisernte aus wirtschaftlichen Gründen somit nicht vorhanden.

Ein Problem kann jedoch beim Abtransport bestehen. In allen drei behandelten Verfahren wird der gehäckselte Mais in angehängte oder parallel fahrende Wagen überladen. Hier ist der Bereifung grösste Aufmerksamkeit zu schenken, da die Ernte mit hohen Wagengewichten und beim Anbauhäcksler gleichzeitig mit einer hohen Befahrungshäufigkeit verbunden ist.

Schlussbemerkungen

Die notwendige Kampagnedauer, das heisst die Frage, wieviele Stunden ein bestimmtes Mechanisierungsverfahren jährlich eingesetzt werden muss, um bei einem vorgegebenen Hektartarif kostendeckend zu arbeiten, ist ein guter Massstab, um dessen Wirtschaftlichkeit oder Konkurrenzfähigkeit zu beurteilen.

Zwischen den untersuchten Verfahren schwankt die notwendige Kampagnedauer zum Teil sehr stark (Abb. 3, 8 und 13). Dabei zeigt sich auch deutlich, dass unter Schweizer Verhältnissen Verfahren mit sehr hohen Flächenleistungen recht oft nicht wirtschaftlich eingesetzt werden können, da Feldgrössen und mögliche Kampagnedauer beschränkend wirken.

Ein massiv verstärkter wirtschaftlicher Druck, der zu einer starken Senkung der Erntetarife führen würde, könnte allerdings den Einsatz schwerer, leistungsfähiger Technik begünstigen, wobei gleichzeitig auch die Kampagnedauer (Anzahl Einsatzstunden) verlängert werden müsste. Dadurch würde die Gefahr der Bodenbelastung ansteigen. Das Problem besteht darin, dass häufig nicht die gesamte Erntezeitspanne verlängert wer-

den könnte, sondern dass die Arbeiten auch unter ungünstigen Bedingungen erfolgen müssten.

Aus der Sicht der Bodenschonung kann die Situation heute und in allernächster Zukunft bei den drei untersuchten Erntearbeiten nicht als kritisch erachtet werden. Von Bedeutung ist auch, wie die Lohnunternehmer reagieren, wenn sie sich im Kampf um Kunden gezwungen sehen, zur neuesten Technik Zuflucht zu nehmen. Hier könnten sie vermehrt in ihrem Interesse und in jenem der Landwirte mit Arbeitsqualität und bodenschonendem Befahren argumentieren statt mit hoher Flächenleistung und Schlagkraft.

Literatur

Ammann H., 1999. Maschinenkosten 2000, FAT-Bericht 539.

Jäger P., 1995. Wieviele Maisreihen sollte der Häcksler ernten? dlz 8/95.

Kramer E., 1991. Schlagkräftige Mechanisierung – eine Gefahr für unsere Böden? FAT-Bericht 412.

Lange J., 1996. Mit welchem Erntesystem fahre ich am günstigsten? top agrar 6/96.

Näf E., 1996. Der neue FAT-Arbeitsvorschlag.

Simons J., 1991. Gesamtzeitbedarf und Verfahrenskosten der Zuckerrübenerte. Landtechnik 9/91.

Spiess E., 1993. Kartoffelernte, Verfahren und Technik. FAT-Bericht 435.